ARCHIV FÜR HYGIENE.

(BEGRÜNDET VON **MAX v. PETTENKOFER.**)

UNTER MITWIRKUNG

VON

Prof. Dr. O. BOLLINGER, München; Prof. Dr. BONHOFF, Marburg a. L.; Prof. Dr. R. EMMERICH, München; Prof. Dr. F. ERISMANN, Zürich; Prof. Dr. HEIM, Erlangen; Prof. Dr. F. HUEPPE, Prag; Prof. Dr. KABRHEL, Prag; Prof. Dr. F. KRATSCHMER, Wien; Prof. Dr. K. LEHMANN, Würzburg; Prof. Dr. A. LODE, Innsbruck; Prof. Dr. L. PFEIFFER, Rostock; Prof. Dr. W. PRAUSNITZ, Graz; Prof. Dr. F. RENK, Dresden; Prof. Dr. SCHOTTELIUS, Freiburg i. B.; Generaloberarzt Dr. A. SCHUSTER, München; Prof. Dr. WERNICKE, Posen.

HERAUSGEGEBEN

VON

J. FORSTER, M. GRUBER, FR. HOFMANN, M. RUBNER,

O. Ö. PROFESSOREN DER HYGIENE UND DIREKTOREN DER HYGIENISCHEN INSTITUTE AN DEN UNIVERSITÄTEN ZU

STRASSBURG MÜNCHEN LEIPZIG BERLIN.

SECHZIGSTER BAND.

Mit 6 Abbildungen und 2 Tafeln.

MÜNCHEN UND **BERLIN.**

DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.

1907.

Inhalt.

Seite

Über die Untersuchung von Typhusstühlen mittels Malachitgrün-Nährböden.[1])

Von

Dr. G. Neumann,
z. Z. Kinderarzt in Landsberg a. W.

(Aus dem Hygienischen Institut der Universität Berlin. Direktor: Geh. Medizinalrat Prof. Dr. M. Rubner.)

Durch Versuche mit Reinkulturen hatte Döbert festgestellt, dafs Typhusbakterien auf einem Agar mit dem Malachitgrün I im Verhältnis von 1:6000 fast gar nicht oder nur in sehr geringem Prozentsatz auswuchsen, dafs eine stärkere Verdünnung des Malachitgrüns auch ein stärkeres Auskeimen von Typhus zur Folge hatte, die das Auswachsen von Koli bei der gleichen Farbenkonzentration prozentualiter übertraf. Ferner hatte Döbert wie Nowack u. a. beobachtet, dafs die einzelnen Typhusstämme sich

---

1) Nach der Fertigstellung obiger Arbeit sind noch zwei weitere Nachprüfungen über den Wert der Malachitgrünnährbäden erschienen, deren Resultate demgemäfs in der Arbeit selbst keine Erwähnung mehr finden konnten.

Die eine Arbeit von Leuchs über Malachitgrünnährböden zum Nachweis von Typhus- und Paratyphusbazillen in der D. m. Wochenschr. 1906, Nr. 33, stellt der Verwendbarkeit des Malachitgrüns eine günstige Prognose. Er sieht die Ursache der starken Veränderlichkeit der Farbe in dem Dextrinzusatz. Ähnliche Versuche hat seinerzeit auch Nowack in seiner Arbeit im Archiv f. Hyg., Bd. 54, angedeutet. — Die andere Arbeit von Géza Királyfi im Zentr. f. Bakt., Bd. 42, Heft 3 u. 4, über den Wert der Malachitgrünnährböden zur Differenzierung der Typhus- und Kolibazillen berichtet von denselben Mifserfolgen mit der Löfflerschen Grüngelatine wie Verf. Királyfi kann auf Grund seiner Versuche mit Reinkulturen die Malachitgrünnährböden nicht als »entsprechend und zuverlässig« anerkennen.

in betreff des Auswachsens auf dem Malachitgrünagar ganz verschieden verhalten, und dafs das Malachitgrün 120 seine desinfizierende Kraft ständig ändert, derart, dafs es, je länger es aufbewahrt wird, schliefslich immer mehr die Fähigkeit, Koli zu unterdrücken, einbüfst, wodurch sich diese Farbensorte als minderwertig erweist.

Unter Zugrundelegung dieser Resultate, die ich durch einige kleinere Versuchsreihen noch ergänzte, prüfte ich zuerst das Anreicherungsverfahren von Lentz & Tietz unter Verwendung des Malachitgrüns I und variierte die Konzentrationen der Farbe 1:6000 bis 1:8000, indem ich gleichzeitig den von Nowack empfohlenen Extraktagar 0,8% unter dem Phenolphthaleinneutralpunkt, jedoch gleichfalls mit Malachitgrün I versetzt, dem Lentzschen konzentrierten Fleischwasseragar verglich. Die Anordnung der Versuche war die folgende: Zuerst untersuchte ich künstliche Stuhlgemische, d. h. normalen Stuhl, dem ich Typhusbazillen in bestimmter Anzahl beimischte, und später dann auch echten Typhusstuhl.

Die Herstellung der künstlichen Typhusstühle erfolgte in der Weise, dafs der Stuhl eines Gesunden mit Leitungswasser zu einer dünnflüssigen Masse verrieben und dann filtriert wurde, so wie es Ficker angegeben hat.

Die in diesem Filtrat enthaltene Keimzahl wurde durch gewöhnliche Agarplatten bestimmt, desgl. die Zahl der ausgesäten Typhusbazillen, die in steriler Kochsalzlösung aufgeschwemmt und durch Schütteln gleichmäfsig verteilt wurden. Durch entsprechende Verdünnungen kann man die Keimzahl beliebig einstellen und derart vorher bestimmen, dafs man jedes gewünschte Verhältnis der Keime herbeiführt. Die Verwendung des Stuhlfiltrats und nicht des festen oder halbflüssigen Stuhles ist aber nicht blofs deshalb nötig, um die Keime zählen zu können, sondern sie hat auch den Vorteil einer völlig gleichmäfsigen Verteilungsmöglichkeit auf den Nährböden, ein Faktor, der gerade für den Malachitgrünagar, wie ich noch später darlegen werde, sehr wichtig ist.

Als Agar benutzte ich die oben angeführten Arten. Der Phenolphthaleinneutralpunkt lag bei dem mehrfach und zu ver-

schiedenen Zeiten hergestellten Agar Nowacks stets bei 1,7 proz. Normalnatronlauge, die zur Anwendung gekommene Alkaleszenz also bei 0,9 % n NaOH. Als Malachitgrün kam Nr. I zum Gebrauch, von dessen gleichmäſsiger Wirkung gegenüber dem Malachitgrün 120 ich mich ebenfalls durch einige Vorversuche mit Kolireinkulturen überzeugt hatte. Die Farblösung selbst hielt ich nach steriler Herstellung in einer Konzentration von 1:60, 1:70 und 1:80 vorrätig und setzte 1 ccm dieser Lösungen zu 100 ccm des vorher sterilisierten Agars direkt vor dem Gebrauch zu, obwohl ich bei einigen Reinkulturversuchen keine auffallende Veränderung wahrnahm, wenn ich den fertigen Malachitgrünagar sterilisierte und dann in Gebrauch nahm.

Von jeder der beiden Agarsorten wurden stets zwei Platten beschickt, eine α- und eine β-Platte von je 20 cm Durchmesser; für jede Platte waren ca. 30 — 40 ccm Malachitgrünagar erforderlich.

Es zeigte sich dabei, daſs der stärker alkalische Extraktagar heller gefärbt war als der Lentzsche Fleischwasseragar.

Das Filtrat des künstlichen resp. echten Typhusstuhles wurde nach Nowacks Beispiel in der Menge von 10 — 30 Tropfen, d. s. 1 — 2 ccm, also mehr als sonst üblich auf die Mal.-Gr.-Platten aufgetropft. Die Flüssigkeit wurde sodann mit dem Spatel gleichmäſsig verteilt; die Platten blieben so lange offen stehen, bis alles eingetrocknet war. Diese Art der Stuhlaussaat hat den Vorteil, daſs die Keime gleichmäſsig verteilt werden, daſs die desinfizierende Wirkung des Malachitgrüns überall in gleicher Weise zur Geltung kommt, während sich beim Ausstreichen des festen Stuhles eine Anhäufung von Bakterien an einzelnen Stellen nicht vermeiden läſst. Dort aber, wo die Bakterien sehr gehäuft liegen, werden sie die hemmende Wirkung der Farbe leicht überwinden können und stärker auswachsen, was bei der zahlreichen Anwesenheit von bacterium coli dieser Art mehr zunutze kommen würde als den Typhuskeimen.

Und wenn trotzdem auf den groſsen, grünen Platten kein gleichmäſsiges Auskeimen — trotz der von mir angeführten Methodik — stattfand, sondern sich oft wenigstens einzelne, herdweise Anhäufungen von Kolonien fanden, während groſse Teile

der Platte leer waren, so kann man annehmen, dafs die einzelnen Keime ein verschieden starkes Widerstandsvermögen dem Malachitgrün gegenüber besitzen.

Die weitere Folge der Versuche war die von Lentz und Tietz angegebene.

Die α- resp. die β-Platte, und zwar die weniger dicht bewachsene — vorausgesetzt, dafs sie nicht gar zu wenig Kolonien enthielt — wurde nach 20 bis 24 Stunden mit 8—10 ccm steriler Kochsalzlösung abgeschwemmt, auf die Kante gestellt, und nach kurzer Zeit wurden von der Oberfläche der Flüssigkeit 1—2 Ösen auf Drigalskiagar übertragen; einige Male wurde gleichzeitig und vergleichshalber dieselbe Menge auch auf Endoagar ausgestrichen. Nach 24 Stunden wurden sodann die typhusverdächtigen Kolonien durch Typhusserum in einer Verdünnung von 1:100 probeweise agglutiniert und die positiven auf schräg-liegenden Agar übergeimpft. Von hier aus wurde sodann die übliche Reagenzglasagglutination mit dem vorher durch einen Teststamm austitrierten Serum vorgenommen. Da fernerhin als Teststamm derselbe diente, der zur Herstellung des künstlichen Typhusstuhles verwendet wurde, so wurde in diesen Fällen von einer weiteren Prüfung der Typhuskulturen durch Nährböden abgesehen. Zu den Versuchen mit künstlichen Stühlen wurden verschiedene Typhusstämme benutzt, vor allem aber ein Stamm (Detmold), den bereits Döbert verwendet, und von dem er ein besonders schlechtes Wachstum gefunden hatte. Ich ging dabei von der Voraussetzung aus, die ungünstigsten Möglichkeiten am meisten der Beobachtung zu unterwerfen. Soweit die Anordnung der Versuche und einige dabei gemachte beiläufige Wahrnehmungen. Es folgt nunmehr die erste Reihe der mit künstlichem Typhusstuhl angestellten Untersuchungen.

(Siehe Tabelle I auf S. 6 u. 7.)

Was die Art des Nährbodens anlangt, so zeigt sich allerdings ein Unterschied zwischen dem von Lentz und Tietz angegebenen konzentrierten Fleischwasseragar und dem von Nowack empfohlenen Extraktagar. Schon der äufsere Anblick zeigt, dafs der Extraktagar von der Alkaleszenz 0,8% unter dem Phenolphthalein-

neutralpunkt nach Zusatz der gleichen Menge Malachitgrün heller gefärbt ist als der Lentzsche Agar, und er läfst in der Tat bedeutend mehr Keime auswachsen als der letztere. Als Ursache beider Erscheinungen ist gewifs die stärkere Alkaleszenz anzusehen. Vergl. Döbert.

Der Nachteil des Extraktagars, dafs er unter Umständen zu viel auskeimen läfst, ist in gewisser Beziehung aber auch ein Vorteil. Denn mit dem Plus an auswachsenden Keimen wachsen vor allem auch mehr Typhusbazillen aus, und dadurch besteht oft erst die Möglichkeit, dafs überhaupt Typhuskolonien auf dem Malachitgrünagar erscheinen. Einige Hundert Typhusbazillen gehen, vermischt mit einigen Hunderttausend Stuhlkeimen, auf grofsen Schalen mit Lentzschem Agar ausgesät, überhaupt nicht auf, dagegen sehr wohl auf dem von Nowack empfohlenen Nährboden; anderseits wächst auf dem letzteren bei einer Aussaat von über 10 Millionen Keimen allzuviel aus und macht ihn dadurch unbrauchbar. Wenn man jedoch eine ungefähre Kenntnis der Keimzahl hat, dann kann man zwischen den Nährböden wählen oder aber man zieht für alle Fälle den Extraktagar vor, indem man nur einige Tropfen des Stuhlfiltrats aussät. Die leichte und schnelle Herstellung des Extraktagars würden diesen aufserdem empfehlen. Eine weitere Handhabe in der Unterdrückung der Keime hat man, wie es natürlich ist, in der Konzentration des Malachitgrüns.

Es ist wohl anzunehmen, dafs bei einer Konzentration der Farbe wie 1:8000 mehr Typhuskeime auswachsen als bei 1:6000, so wie es Döbert seinerzeit bei Reinkulturversuchen gefunden hat; jedoch vermag ich, wie aus der Tabelle II, in der die verschiedenen Farbenstärken in einem Hauptvergleichsversuch nebeneinander erprobt wurden, hervorgeht, dies durch die Stuhlversuche nicht zu beweisen. Denn es spielen bei dem Lentzschen Anreicherungsverfahren so viel aufserordentliche Momente mit, dafs man die Bedeutung der einzelnen oft gar nicht umgrenzen kann.

Als ziemlich eindeutiges Resultat hat es sich ergeben, dafs die ausgesäten Typhuskeime leichter wieder geerntet wurden,

(Fortsetzung des Textes auf S. 8.

Tabelle I.

Nährboden	Alkaleszenz	Malachitgrün Nr.	Konzentration der Farbe	Gesamtaussaatmenge in Tropfen	Aussaatmenge a) der Stuhlkeime	Aussaatmenge b) der Typhusbaz.	Typhusstamm
1. Extraktagar	0,8% unter dem Phenolphthaleinneutralpunkt nach Nowack	1	1 : 6000	8 Tropfen	15 000 000 nach Anreicherung	1610	Detmold
2. Konz. Fleischwasseragar nach Leutz	Nach Vorschrift	1	1 : 6000	do.	do.	1610	do.
3. Extraktagar	0,8% unter dem Phenolphthaleinneutralpunkt	1	1 : 6000	18 Tropfen	44 000 000 nach Anreicherung	1150	Detmold
4. Konz. Fleischwasseragar nach Leutz	Nach Vorschrift	1	1 : 6000	do.	do.	1150	do.
5. Extraktagar	0,8% unter dem Phenolphthaleinneutralpunkt	1	1 : 7000	7 Tropfen	10 200	51	Detmold
6. Konz. Fleischwasseragar nach Leutz	Nach Vorschrift	1	1 : 7000	do.	10 200	51	do.
7. Konz. Fleischwasseragar nach Leutz	Nach Vorschrift	1	1 : 7000	18 Tropfen	24 000 000 nach Anreicherung	90	Detmold
8. Extraktagar	0,8% unter dem Phenolphthaleinneutralpunkt	1	1 : 8000	10 Tropfen	5 800 000	400	Detmold
9. Konz. Fleischwasseragar nach Leutz	Nach Vorschrift	1	1 : 8000	do.	5 800 000	400	do.
10. Extraktagar	0,8% unter dem Phenolphthaleinneutralpunkt	1	1 : 8000	8 Tropfen	7 200 000	160	Nr. 101
11. Konz. Fleischwasseragar nach Leutz	Nach Vorschrift	1	1 : 8000	do.	7 200 000	160	Nr. 101

Tabelle I.

Verhältnis der Typhus-bazillen zu den Stuhl-keimen	Aussehen der Platten		Nach ? Stunden	Es wird nunmehr abgeschwemmt und zwar von welcher Platte?	Zahl der Ösen	a) Auf Endo-Nährböden	b) Auf Drigalski-Nährböden
	a) der α-Platte	b) der β-Platte					
1 : 9316	Sehr viel Kolonien	Sehr wenig Kolonien	20	α	2	Auf 4 Endo-schalen keine Typhuskol.	Auf 3 Drygalski-schalen keine Typhuskol.
1 : 9316	do.	do.	20	α	2	do.	do.
1 : 38 260	Sehr viel kleine und einige grofse Kolonien	Ganz vereinzelte Kolonien	24	α	2	Auf 4 kleinen Endoschalen waren von 10 verdächtigen Kol. 0 Ty.	Auf 2 grofsen Dr.-Schalen waren von 10 verdächtigen Kol. 3 Ty.
1 : 38 260	do.	do.	24	α	2	Auf 4 kleinen Endoschalen waren von 10 verdächtigen Kol. 2 Ty.	Auf 2 grofsen Dr.-Schalen waren von 10 verdächtigen Kol. 1 Ty.
1 : 200	Mäfsig viel z. T. gröfsere, z. T. kleinere Kolonien	Einige Kolonien	20	α	2	—	Einige Typhus-kolonien
1 : 200	Sehr wenige u. sehr kleine Kolonien	Ganz vereinzelte Kolonien	20	α	2	—	do.
1 : 266 666	Unter 50 Kolonien	Ganz vereinzelte Kolonien	18	α	2	—	Keine Typhus-kolonien
1 : 14 500	Unter 100, meist kleine Kolonien	Sehr wenig und sehr kleine Kol.	24	α	2	—	Sehr zahlreiche Ty.-Kolonien
1 : 14 500	Unter 50, sehr kleine Kolonien	do.	24	α	2	—	Einzelne Ty.-Kolonien
1 : 45 000	Zieml. dicht stehende, aber sehr kleine Kol.	Noch zieml. zahlreiche Kolonien	24	α	2	—	Vereinzelte Ty.-Kolonien
1 : 45 000	Unter 50 Kolonien	Ganz vereinzelte Kolonien	24	α	2	—	do.

wenn sie dem Stuhl in einer absolut gröfseren Zahl beigemischt wurden und zwar selbst dann noch eher, als wenn auch ihr relatives Verhältnis ein höheres war.

Sonst aber ist es gänzlich unmöglich, ein bestimmtes Zahlenverhältnis anzugeben, bei dem man noch Typhus nachweisen kann. Denn während dies noch in einigen Versuchen bei einem Verhältnis von 1:75000 Stuhlkeimen möglich war, fielen ein Versuch mit 1:9316 und ähnliche negativ aus. Kurzum, es war ein erheblicher Ausschlag bei Prüfung der bezeichneten Farbenkonzentrationen nicht zu erzielen — soweit er vorhanden ist, spricht er für das Verhältnis 1:7000 und 1:8000 auch für den Extraktagar. Besonders möchte ich auf einen der Lentz- und Tietz'schen Methode anhaftenden Nachteil aufmerksam machen, der die Unsicherheit der Resultate noch erhöht. Die Malachitgrünplatten müssen nämlich mit Kochsalslösung abgeschwemmt werden. Dies soll nach Lentz und Tietz in der Weise geschehen, dafs man 8—10 ccm steriler Flüssigkeit aufgiefst, dann die Platten zwei Minuten lang stehen läfst und dann durch leichtes Hin- und Herschwenken derselben die lockeren kleinen Typhuskolonien zur Ab- und Auflösung in der Flüssigkeit bringt, während die dicken Koli-Kolonien sich dabei angeblich nur in toto ablösen und gleich zu Boden senken sollen, wenn man die Platten etwas auf die Kante stellt. Nach kurzem Zuwarten soll man dann 1—3 Ösen von der Oberfläche der Kochsalzlösung nehmen und auf Drigalski-Nährboden übertragen. Von hier aus sind die Typhuskolonien nach 24 Stunden abzustechen und weiter zu untersuchen.

Aber wiewohl ich genau nach dieser Vorschrift verfahren bin, vermochte ich doch keine einwandfreien und sicheren Erfolge zu erzielen.

Der Zufall spielt bei dem Verfahren eine zu grofse Rolle. Denn es lösen sich die kleinen auf Typhus verdächtigen Kolonien weder nach Wunsch sogleich in der Flüssigkeit auf, noch werden die dicken koliverdächtigen weifsen Kolonien vom Malachitgrünagar in toto abgehoben, um sich dann zu Boden zu senken.

Wer genau die Platten beobachtet, wird bestätigen müssen, dafs die »Kolikolonien« sich oft viel schneller in dicken, weifsen Schichten in der Flüssigkeit verteilen, bevor die »sandkorngrofsen, hellen« Typhuskolonien sich überhaupt vom Agar ablösen. Wenn man dann nach einigem Zuwarten einige Ösen von der Oberfläche abnimmt und auf Drigalskiagar überträgt, dann findet man dort nach 24 Stunden fast ausschliefslich Kolikolonien vor, und nur in seltenen Fällen, wenn man zufällig mit der Öse viel Typhuskeime aufgefischt hat, auch eine gröfsere Anzahl von Typhuskolonien. Aus der Tabelle I, die oben angeführt ist, sowie aus Tabelle II, die hier folgt, und die eine nach den Erfahrungen der ersten Versuchsreihe angestellte und sie vollauf bestätigende Anordnung von Stuhluntersuchungen enthält, geht dies ohne weiteres klar hervor.

(Siehe Tabelle II auf S. 10 u. 11.)

Auch einige echte Typhusstühle sind von mir vermittelst des Lentzschen Anreicherungsverfahrens geprüft worden, wobei ein sehr gutes Resultat erzielt worden ist. Auch hier erwies sich der Extraktagar 0,8 % unter dem Phenolphthalein-Neutralpunkt und das Malachitgrün I in der Konzentration 1 : 8000 als empfehlenswert, besonders wenn von dem vermittelst steriler Kochsalzlösung hergestellten Stuhlfiltrat nur wenige Tropfen genommen wurden. Jedoch ist hierbei wohl zu bedenken, dafs man bei den echten Typhusstühlen niemals vorher weifs, wie viel Typhusbazillen er wohl enthalten mag, und aufserdem hatte ich in den vorliegenden Fällen unterlassen, Kontroll-Drigalskiplatten zu bestreichen.

(Siehe Tabelle III auf S. 12.)

Eine Wahrnehmung möchte ich schliefslich noch vermerken: Löffler schildert als ein für die auf Malachitgrün aufkeimende Typhuskolonie wichtiges Merkmal die Entfärbung des Nährbodens in ihrer Umgebung. Dies ist aber nach meinen Erfahrungen keineswegs für Typhus typisch und verwertbar. Vielmehr fand ich, ebenso wie Nowack (S. 394 seiner Arbeit), dafs überall, wo irgendeine andere Kolonie auf dem Agar sich befand, die Um-

(Fortsetzung des Textes auf S. 13.)

Tabelle II.

Nährboden	Alkaleszenz	Mal.-Grün Nr.	Konzentration der Farbe	Gesamtaussaatmenge in Tropfen	Aussaatmenge a) der Stuhlkeime	Aussaatmenge b) d. Typhuskeime	Typhusstamm
1. Extraktagar	0,8%₀ unter dem Phenolphthaleinneutralpunkt	1	1:6000	14 Tropfen	3 182 000	250	Detmold
2. Konz. Fleischwasseragar nach Lentz	Nach Vorschrift	1	1:6000	do.	3 182 000	250	do.
3. Extraktagar	0,8% unter dem Phenolphthaleinneutralpunkt	1	1:7000	14 Tropfen	3 182 000	250	Detmold
4. Konz. Fleischwasseragar nach Lentz	Nach Vorschrift	1	1:7000	do.	3 182 000	250	do.
5. Extraktagar	0,8% unter dem Phenolphthaleinneutralpunkt	1	1:8000	14 Tropfen	3 182 000	250	Detmold
6. Konz. Fleischwasseragar nach Lentz	Nach Vorschrift	1	1:8000	do.	3 182 000	250	do.
7. Extraktagar	0,8% unter dem Phenolphthaleinneutralpunkt	1	1:6000	28 Tropfen	72 000 000 nach Anreicherung	960	Nr. 101
8. Konz. Fleischwasseragar nach Lentz	Nach Vorschrift	1	1:6000	do.	do.	960	do.
9. Extraktagar	0,8% unter dem Phenolphthaleinneutralpunkt	1	1:7000	28 Tropfen	72 000 000 nach Anreicherung	960	Nr. 101
10. Konz. Fleischwasseragar nach Lentz	Nach Vorschrift	1	1:7000	do.	do.	960	do.
11. Extraktagar	0,8% unter dem Phenolphthaleinneutralpunkt	1	1:8000	28 Tropfen	72 000 000 nach Anreicherung	960	Nr. 101
12. Konz. Fleischwasseragar nach Lentz	Nach Vorschrift	1	1:8000	do.	do.	960	do.

Tabelle II.

Verhältnis der Typh.-Bazillen zu den Stuhlkeimen	Aussehen der grofsen Malachitgrünplatten a) der α-Platte	Aussehen der grofsen Malachitgrünplatten b) der β-Platte	Nach ? Stunden	Es wurden abgeschwemmt von welcher Platte	Es wurden abgeschwemmt und wieviel Ösen	Auf Drigalski-Nährböden und zwar in 2 grofsen Schalen
1 : 12 728	Unter 50 Kolonien, darunter einige sehr grofse weifse	Ganz vereinzelte Kolonien	24 Std.	α	2	0 Typhuskolonie
1 : 12 728	Einige wenige grofse u. einige ganz kleine Kol.	Ganz vereinzelte und sehr kleine Kolonien	24 Std.	α	2	Keine Ty.-Kolonie
1 : 12 728	Unter 100 Kolonien	Einige vereinzelte kleine Kolonien	24 Std.	α	2	0 Typhuskolonie
1 : 12 728	Einige wenige grofse u. einige ganz kleine Kol.	Ganz vereinzelte und sehr kleine Kolonien	24 Std.	α	2	Mehrere Ty.-Kolonien
1 : 12 728	Unter 10 Kolonien	Ganz vereinzelte Kolonien	24 Std.	α	2	3 Typhuskolonien
1 : 12 728	Wenige grofse und einige kleine Kolonien	Ganz vereinzelte kleine Kolonien	24 Std.	α	2	Keine Ty.-Kolonie
1 : 75 000	Sehr dicht bewachsen	Unter 100 Kolonien	24 Std.	β	2	1 Typhuskolonie
1 : 75 000	do.	Unter 50 Kolonien	24 Std.	β	2	2 Typhuskolonien
1 : 75 000	Sehr dicht bewachsen	Unter 50 Kolonien	24 Std.	β	2	3 Typhuskolonien
1 : 75 000	Weniger dicht bewachsen	Ganz kleine und wenige Kolnnien	24 Std.	β	2	2 Typhuskolonien
1 : 75 000	Sehr dicht bewachsen	Unter 100 Kolonien	24 Std.	β	2	2 Typhuskolonien
1 : 75 000	do.	ca. 100 Kolonien	24 Std.	β	2	1 Typhuskolonie

Tabelle III.

Nährboden	Alkaleszenz	Mal.-Grün Nr.	Konzentration der Farbe	Gesamtaussaatmenge in Tropfen	Zahl der Stuhlkeime	Aussehen der grofsen Malachitgrünschalen: a) der α-Platte	Aussehen der grofsen Malachitgrünschalen: b) der β-Platte	Nach ? Stunden	Es werden abgeschwemmt: von welcher Platte	Es werden abgeschwemmt: und wieviel Ösen	Auf Drigalski-Nährböden in 2 grofsen Schalen: α-Schale	Auf Drigalski-Nährböden in 2 grofsen Schalen: β-Schale
1. Extraktagar	0,8°/₀ unter dem Phenol-phthalein-neutralpunkt	1	1 : 6000	2 Tropfen	337 870	Unter 100 Kolonien	Ganz vereinzelte Kolonien	20 Std.	α	2	Zahlreiche Typhuskolonien	Von 5 verdächtigen Kolonien 4 positiv
2. Konz. Fleischwasseragar nach Lentz	Nach Vorschrift	1	1 : 6000	do.	337 870	do.	do.	20 Std.	α	2	do.	Von 5 verdächtigen Kolonien 0 positiv
3. Extraktagar	0,8°/₀ unter dem Phenol-phthalein-neutralpunkt	1	1 : 7000	6 Tropfen	3 000 000	Einige 100 Kolonien	ca. 50 Kolonien	20 Std.	α	2	Überaus zahlreiche Typhuskolonien, stellenweise wie in Reinkultur; auf Leutzscher Nährboden-abschwemmung etwas weniger	
4. Konz. Fleischwasseragar nach Lentz	Nach Vorschrift	1	1 : 7000	do.	3 000 000	Unter 50, meist kleine Kolonien	Ganz vereinzelte Kolonien	20 Std.	α	2		
5. Extraktagar	0,8°/₀ unter dem Phenol-phthalein-neutralpunkt	1	1 : 8000	6 Tropfen	550 000	Ziemlich zahlreiche, meist sehr kleine Kolonien	Eine mäfsige Zahl von Kolonien	20 Std.	α	2	Sehr viel Typhuskolonien, fast in Reinkultur	
6. Konz. Fleischwasseragar nach Lentz	Nach Vorschrift	1	1 : 8000	do.	550 000	Makrosk. nichtsichtbare Kol.	do.	20 Std.	α	2	Von 5 Kolonien, die ausgewachsen sind, ist 1 Ty.-Kolonie	

gebung derselben meist gelblich-weifs war, und wenn sich auf den Platten zufällig sehr viel Stuhlkeime entwickelten, dann entfärbte sich oft der ganze Agar.

Wenn ich demnach kurz die von mir gefundenen Resultate über das Lentz und Tietzsche Anreicherungsverfahren vermittelst des Malachitgrünagars zusammenfasse, so lauten dieselben:

1. Die Dauer des Anreicherungsverfahrens von mindestens zwei Tagen ist — weil zu lange — ein Nachteil.
2. Bei seiner Anwendung spielt der Zufall oft eine grofse Rolle und läfst den Erfolg von vornherein wenigstens keineswegs als gesichert erscheinen. Dennoch ist es oft noch möglich, Typhusbazillen nachzuweisen, wenn sie in einem Verhältnis zu den Stuhlkeimen stehen wie 1 : 75000 und noch mehr, was bisher noch durch keine andere Methode möglich war.
3. Erforderlich ist es jedoch, um Typhusbazillen noch in so starker Verdünnung nachzuweisen, dafs ihre absolute Zahl keine geringe ist, was auch Nowack schon betont hat.
4. Als Agar empfiehlt sich der Extraktagar, wenn man nur wenige Tropfen Stuhlfiltrat aussät, und zwar mit Malachitgrün I, in einer Konzentration von 1 : 7000 bis 1 : 8000 versetzt.

Soweit das Lentz und Tietzsche Anreicherungsverfahren.

Während ich mit der Prüfung desselben beschäftigt war, erschien die ausführliche Arbeit von Löffler, in welcher L. ein Anreicherungsverfahren vermittelst einer Malachitgrüngelatine empfiehlt. Die Versuche, die ich sowohl mit Reinkulturen wie Stühlen anstellte, fielen sämtlich negativ aus; meist erntete ich von den ausgesäten Keimen gar nichts, oder aber es gingen wenige Kolikeime auf, dagegen fast nie Typhus.

Als Ursache des Fehlschlags vermochte ich nach genauer Prüfung der Vorschriften festzustellen, dafs die Angabe Löfflers, 3 ccm einer doppelt normalen Phosphorsäure zu 100 ccm Gelatine hinzuzufügen, auf einem Versehen beruht.

Wie Herr Geheimrat Löffler mir mitzuteilen die Liebenswürdigkeit hatte, müssen 5,6 ccm der offizinellen (einer 25 proz.) Phosphorsäure zugesetzt werden.

Die darauf von mir in Gemeinschaft mit Dr. Grimm im hygienischen Institut unternommenen Untersuchungen auf Grund der verbesserten Vorschrift vermochten bisher noch keine eindeutigen Resultate zu liefern; es gelang uns bisher noch nicht, die Typhuskolonien in den Formen aufzufinden, die Löffler als so auffallend charakteristisch beschreibt, wiewohl ich ausdrücklich bemerke, dafs in den Reinkulturversuchen, die ich anstellte, die Typhuskolonien häufig ein anderes auffälliges Aussehen aufwiesen als die Kolikolonien, wenn beide Arten in grofser Zahl ausgesät wurden.

Ein anderer Faktor, der geeignet ist, keine Regelmäfsigkeit in der Wirkung der Löfflerschen Grüngelatine aufkommen zu lassen, ist die starke Veränderlichkeit der von Löffler benutzten Malachitgrünsorte Nr. 120. Ebenso wie die anderen Autoren konnte ich beobachten, dafs es bei längerer Aufbewahrung und durch den Einflufs des Lichtes an desinfizierender Wirkung einbüfst, ja, eine gewisse Verschlechterung trat schon dann ein, wenn ich mit Malachitgrün 120 versetzten Agar — ohne Keime auszusäen — auf 24 Stunden in den Brutschrank bei 37° stellte, auch dadurch wurde er deutlich heller. Malachitgrün I, das nach den Untersuchungen von Herrn Stabsarzt Berghaus 6,1% Zusätze zu dem reinen Grün enthält, hat sich auch mir als haltbarer erwiesen, mit dieser Sorte hergestellter Agar zeigte auch nach einigen Wochen der Aufbewahrung keine nennenswerte Veränderung. Eine Skala der Widerstandsfähigkeit von Koli und Typhus gegenüber Malachitgrün I wie 120 läfst sich nach allen meinen Beobachtungen überhaupt nicht aufstellen, denn es verhalten sich schon die verschiedenen Reinkulturen oft auffallend verschieden (vgl. Nowack, Döbert), und von den Stuhlkeimen nehme ich dasselbe an.

Es ist theoretisch gewifs möglich, für eine bestimmte Anzahl von Stuhlkeimen und eine entsprechende Zahl von Typhusbazillen diejenige Farbenkonzentration zu finden, bei der die eine

Art am stärksten gehemmt wird, ohne dafs die andere allzu stark geschädigt wird. Dieser Punkt mufste jedoch stets variiert werden gemäfs der Zahl der zur Aussaat gelangenden Keimzahl, die man ja aber bei der Untersuchung eines Stuhles nicht kennt. Dazu kommt noch, dafs die Untersuchungsmethoden nicht sehr einfach und nicht kurzdauernd sind, auch das Verfahren mit der Löfflerschen Grüngelatine würde ja, falls es sich sonst als geeignet erweisen sollte, doch immer mehrere Tage beanspruchen. So ist es immer noch recht zweifelhaft, ob das Malachitgrün wirklich berufen ist, uns einen so erheblichen Schritt in der Typhusdiagnostik vorwärts zu bringen, wie man gehofft hat: Die wünschenswerte Anreicherung einer geringen Zahl von Typhusbazillen ist — wie die voraufgehenden Untersuchungen erweisen — auch von diesem Verfahren zurzeit nicht zu erwarten.

Zum Schlufs gestatte ich mir, Herrn Geheimrat Rubner und Herrn Prof. Dr. Ficker für die Anregung zu dieser Arbeit, sowie für das stete Interesse, das sie meinen Untersuchungen entgegengebracht haben, meinen herzlichsten Dank zu sagen.

Literatur.

Ficker und Hoffmann, Weiteres über den Nachweis von Typhusbazillen. Archiv f. Hygiene, Bd. XLIX.

Löffler, Deutsche med. Wochenschrift 1903, Nr. 36. Vereinsbeilage.

Löffler, Der kulturelle Nachweis der Typhusbazillen in Fäzes etc. Deutsche med. Wochenschrift 1906, Nr. 8.

Lentz und Tietz, Weitere Mitteilungen über die Anreicherungsmethode etc. Klinisches Jahrbuch 1905, Bd. 14.

Nowack, Über die Grenzen der Verwendbarkeit des Malachitgrünagars zum Nachweise der Typhusbazillen im Stuhl. Archiv f. Hygiene, Bd. LIV.

Die Überwinterung der Cholerabazillen.

Von

Oberarzt Dr. **Christian.**

(Aus dem Hygienischen Institut der Universität Berlin.
Direktor: Geh. Med.-Rat Prof. Dr. M. Rubner.)

Seit der Aufklärung der Cholera-Ätiologie hat die bakteriologische Wissenschaft das Verständnis der Seuchen durch zahlreiche experimentelle Beiträge soweit gefördert, dafs unter anderem ein im allgemeinen deutliches und zutreffendes Bild der Cholera entstanden ist. Bei Beobachtungen von Einzelheiten jedoch in dem Gange der Epidemie treten uns immer noch eine Anzahl von Erscheinungen entgegen, zu deren Verständnis uns der Schlüssel fehlt. Auch bei der im vorigen Jahre in Deutschland aufgetretenen kleinen Epidemie gibt es Rätsel zu lösen.

Über ein Jahrzehnt war unser Vaterland von der Cholera verschont geblieben, währenddessen der unheimliche Gast entweder gar nicht in die gefahrdrohende Nähe gekommen ist, oder aber durch die hygienischen Mafsnahmen unserer Behörden vor den Toren zurückgehalten werden konnte. Im August 1905 ist die Seuche ziemlich unerwartet von Osten her eingedrungen und hat versucht, sich in den östlichen Landesteilen breit zu machen, was ihr ja bekanntlich, dank der umfassenden Mafsnahmen der Regierung, nicht recht gelungen ist. Während in früheren Epidemien der Weg, den die Cholera nahm, selbst für den oberflächlichen Beobachter erkennbar war, lagen die Ver-

hältnisse jetzt anders. Früher zeichnete jeder Cholerazug seinen Weg durch die grofse Zahl seiner Opfer mit dicken Strichen als zusammenhängendes Ganze in die Weltkarte ein, jetzt haben wir ein sprunghaftes Auftreten bemerkt, dessen Verbindungswege unterhalb der jedem erkennbaren Oberfläche liegen.

Um die derzeitigen Umstände zu beleuchten, müssen wir uns das amtliche Material vergegenwärtigen, das uns von unseren Konsulats- etc. Behörden geliefert und in den Veröffentlichungen aus dem Reichsgesundheitsamt bekannt gegeben wird.

Im Jahre 1903 breitete sich die Cholera, aus Indien kommend, von neuem über die südlichen Teile Asiens aus. Sie begann im Anfange des Jahres 1904 in der Türkei, besonders in Mesopotamien zu wüten und griff im Laufe des Sommers auf zwei Wegen (Kermandschah - Teheran - Tabris und Bushär - Schiras) auf Persien über, wo sie eine solche Ausdehnung erlangte, dafs in den nördlichen Landesteilen an der russischen Grenze zeitweise täglich 400 Cholera - Todesfälle gezählt wurden. Im ganzen kann man wohl die Zahl der Todesfälle in Persien auf etwa 20000 berechnen. Im August wurde die Seuche auf mehreren Wegen in Rufsland eingeschleppt. Man geht wohl nicht fehl, wenn man vier Wege annimmt. Transkaspien und das Gouvernement Eriwan sind als Grenzländer auf dem Landwege, Baku und Astrachan auf dem Seewege infiziert worden. Von diesen Eingangspforten her sind dann noch einige angrenzende Gouvernements verseucht worden, Jelisawetpol, Tiflis, die Wolga-Gouvernements Samara und Saratow, sowie zuletzt noch das Gebiet des Donischen Heeres. Am stärksten befallen war das Grenzland Eriwan und Baku. Mit der Jahreswende 1904/05 liefs die Seuche ganz erheblich nach und erlosch im Februar 1905 vollständig. Man erwartete nun allgemein im darauf folgenden Sommer Nachrichten über den Wiederausbruch der Seuche an jenen Punkten und eventuell über ein Weiterschreiten derselben zu erhalten. Diese Nachrichten blieben aus. Da traten im August 1905 die ersten Erkrankungen im Deutschen Reich auf, in der Weichselgegend, tausende von Kilometern von den zuletzt befallenen Gegenden

entfernt. Wenn man nun auch nicht dieselbe Sorgsamkeit im Auffinden, Überwachen und Bekanntgeben gefährlicher Krankheiten von den russischen Behörden erwarten darf wie von den unseren, so mufs es doch als ausgeschlossen gelten, dafs eine gröfsere Kette von Erkrankungen während der Frühjahrs- und Sommermonate 1905 unerkannt und nach längerer Zeit, während welcher Nachforschungen angestellt wurden, unbekannt geblieben sein sollten. Nach persönlicher Mitteilung von Herrn Professor Ficker, der sich in der fraglichen Zeit in Warschau aufhielt und in den dortigen Krankenhäusern arbeitete, sind während des ganzen August und Anfang September nicht einmal Cholera-Verdächtige ins Spital eingeliefert worden, die sich doch gerade in der Metropole des oberen Weichselgebietes hätten einfinden müssen, wenn von einer irgendwie nennenswerten Verbreitung der Seuche die Rede gewesen wäre. Es widerspricht also wohl nicht den Tatsachen, wenn wir einen grofsen Sprung der Cholera in der Zeit von Anfang 1905 bis August 1905 vom Südosten des europäischen Rufslands bis an unsere Ostgrenze annehmen. Dafs eine Verbindung zwischen den beiden Epidemieausbrüchen besteht, wird wohl niemanden einfallen, zu bestreiten. In welcher Weise aber der Zusammenhang zu erklären ist, darüber kann man nur Vermutungen anstellen. Sicher ist, dafs hierbei die sogenannten Bazillenträger und Dauerausscheider eine Hauptrolle spielen, wie bei den meisten Infektionskrankheiten, da ja sie, die sich gar nicht oder nur wenig hinfällig fühlen, auch dann kaum ohne Zwang sich in ihrer Bewegungsfreiheit hemmen lassen würden, wenn sie wüfsten, welche Gefahr sie für ihre Umgebung darstellen. Dafs diese Gefahr mit der Entwicklung der Verkehrsverhältnisse erheblich wächst und zu einer rapiden Verbreitung über riesige Strecken führen kann, das ist schon oft hervorgehoben worden, und das zeigen alle neueren epidemiologischen Studien. Könnte man annehmen, dafs die Bazillenträger die Krankheitserreger viele Monate bis zu einem Jahre in sich zu beherbergen vermöchten, eine Annahme, zu der man für Cholerabazillen zurzeit noch nicht berechtigt ist, so könnte man eine ganze Anzahl von Erscheinungen erklären, aber bei-

weitem nicht alle. Schon die Tatsache, dafs das Auftreten und Verschwinden der Epidemien im allgemeinen an Jahreszeiten geknüpft ist, weist darauf hin, dafs der Erreger dem Einflufs der Witterung aufserhalb des menschlichen Körpers ausgesetzt ist, die ihm bei Übertragung von Mensch zu Mensch ziemlich gleichgültig sein könnte. Bei Übertragung von Mensch zu Mensch — sogenannten Kontaktepidemien — kehrt sich die Krankheit nicht an Jahreszeit und Witterung, sie kann im strengsten Winter ebenso wie im heifsesten Sommer ausbrechen. Eine Winterepidemie ist aber nicht häufig, in der Regel erlischt die Cholera mit Eintritt der kalten Jahreszeit, um in den heifsen Tagen des folgenden Jahres wieder aufzuflackern. Worin liegt das begründet? Aus den Lebensgewohnheiten der Menschen allein ist die Tatsache des Verschwindens und Wiederauftretens der Cholera nicht zu erklären, obwohl sie ja auch eine gewisse Rolle spielen mögen. Es bleibt also zur Erklärung nur noch das Verhalten des Cholera-Erregers aufserhalb des menschlichen Körpers, und hierbei kommt vor allem, da der Cholera-Bazillus nach seiner Stellung im System zu der Gruppe der Wasser-Vibrionen gehört, das Wasser in Betracht. Besondere Verhältnisse müssen es sein, die das Wiederaufflackern der Krankheit bedingen, nachdem der Erreger zum Saprophyten geworden ist.

Dafs der Cholera-Vibrio sich sehr lange Zeit im Wasser halten kann, hat schon Wernicke[1]) gezeigt, dem es gelang, noch nach Monaten den Vibrio im Wasser bzw. Schlamm eines Aquariums aufzufinden. Ein einmal infiziertes Wasser wird also in den Monaten, in denen es annähernd Zimmertemperatur hat, für lange Zeit als Ansteckungsquelle zu fürchten sein. Wie steht es nun aber in den Wintermonaten, in denen das Wasser im Freien niedrige Wärmegrade annimmt und zum Teil gefriert? Werden die Cholera-Keime im kalten Wasser bzw. Eis abgetötet oder wo bleiben sie? Das Aufhören der Epidemien scheint für eine Vernichtung der Vibrionen unter diesen Verhältnissen zu sprechen. Von experimentellen Untersuchungen hierüber finde

1) Hygien. Rundschau 1895, S. 736.

ich nur wenig in der Literatur. Renk[1]), der durch eine in Nietleben a. S. im strengen Winter ausgebrochene Cholera-Epidemie zu seinen Versuchen veranlafst wurde, versetzte sterilisiertes Saalewasser mit Cholerabazillen, füllte es in Flaschen ab und brachte die Flaschen in eine Kältemischung. Jeden Tag wurde eine Flasche auf Cholera-Vibrionen untersucht, deren Identität mit der Nitrosoindolreaktion bestimmt wurde. Er fand, dafs nach 5—6 Tagen sämtliche Vibrionen tot waren; bei mehrmaligem Auftauen war die Lebensdauer etwas länger, betrug aber nie mehr als 7 Tage. Abel[2]) berichtet über Versuche aus dem Greifswalder hygienischen Institut, in denen Cholera-Peptonwasserkulturen zum Gefrieren gebracht wurden (bis —20°). Auch hier wurde konstatiert, dafs die Vibrionen niemals länger als 8 Tage am Leben geblieben seien. Uffelmann[3]) setzte Kulturen, steriles Wasser und Gartenerde mit Cholerabazillen verschiedenen Kältegraden aus (im Freien) und konnte feststellen, dafs in allen Versuchen spätestens nach 5 Tagen sämtliche Cholera-Vibrionen abgestorben waren. Bei Gelegenheit der Nietlebener Epidemie erklärte auch eine Bekanntmachung des zuständigen Regierungspräsidenten das Saale-Eis unterhalb Nietleben für ungefährlich auf Grund von Versuchen im Kgl. Institut für Infektionskrankheiten, die also ein ähnliches Ergebnis gehabt haben mögen. Es handelt sich hier wohl um die Versuche, die 1894 von Weifs[4]) veröffentlicht wurden. Es wurde in Röhrchen und Kölbchen Wasser, Wasser und Bouillon und Bouillon allein mit Cholerabazillen, in eine Kältemischung gebracht, und gefunden, dafs im Wasser die Vibrionen nach spätestens 7 Tagen abgestorben waren, der Zusatz von 2 Tropfen Bouillon zu einem Wasserröhrchen verlängerte die Lebensdauer der Vibrionen um 3 Tage, während in reiner Bouillon erst nach 21 Tagen ein vollständiges Absterben konstatiert werden konnte. Weifs glaubt

1) Fortschritte d. Medizin 1893, S. 396.
2) Zentralbl. f. Bakteriol., Bd. 14, S. 194.
3) Berliner klin. Wochenschr. 1893, Nr. 7.
4) Zeitschrift f. Hygiene, Bd. 18, S. 492.

ferner aus seinen Versuchen schliefsen zu dürfen, dafs Auftauen und Wiedergefrierenlassen auf die Mikroorganismen nicht anders wirke, als dauernde Einwirkung einer Temperatur unter 0°.

Im Gegensatz zu den genannten Autoren fand Schruff (zit. bei Weifs) nach mehreren Monaten noch lebende Vibrionen in Bouillonröhrchen, die mit Cholerastuhl beschickt waren, und während einer kürzeren Zeit (ca. 3—4 Wochen) in einem sehr kalten Raum und längere Zeit (3—4 Monate) in einem warmen Raum gestanden hatten. Desgleichen berichtet Kasansky[1]) über Versuche, die er während eines strengen Winters in Kasan angestellt hat. Die Cholerakulturen, die er auf das Dach oder vor das Fenster seines Instituts gestellt hatte, wiesen nach verschiedenen Zeiten noch lebende Bakterien auf, unter anderen auch einmal nach 4 Monaten, während deren sie 20 Tage lang vollständig gefroren gewesen sein sollen. In den beiden letzten Arbeiten fehlen hinreichend genaue Angaben, aus denen man bindende Schlüsse ziehen könnte, wie ja überhaupt die vor mehr als einem Jahrzehnt angestellten Untersuchungen darunter leiden, dafs ein sicheres Identifizierungsverfahren für die verschiedenen Bakterienspezies noch nicht bekannt war. Auf die Cholerarotreaktion und die morphologischen Merkmale würde man heute keine Diagnose mehr stützen. Immerhin ist manches an den angeführten Arbeiten bemerkenswert, wie später hervorgehoben werden soll.

Mich interessierte zunächst die Frage, inwieweit das Eis choleraverseuchter Ströme bei Verwendung in den Haushaltungen zur Weiterverbreitung der Seuche beitragen könne. Bei dieser Gelegenheit bin ich dann auch zu weiteren Ergebnissen gelangt. Wenn der Choleravibrio sich wochenlang in dem Wasser unserer Flüsse und Teiche lebensfähig zu halten vermag (Wernicke), und wenn er auch im Eise nicht allzu schnell abstirbt (Uffelmann, Renk u. a.), so mufs auch das Eis, das von choleraverseuchten Strömen etc. geerntet wird, wenigstens in den ersten Frosttagen Veranlassung zur Ansteckung geben können. Gleich-

1) Zentralbl. f. Bakteriol., Bd. XVII.

gültig ist es ja hierbei, ob die lebenden Bakterien mitten im Eis sitzen oder nur aufsen im anhaftenden Wasser oder Schmutzpartikelchen. Um aber auch den Einwand zu entkräften, dafs durch äufsere sorgfältige Reinigung das Eis, wenn es sonst vollkommen klar sei, ungefährlich gemacht werden könne, eine Auffassung, der man gar nicht so selten begegnet, habe ich folgenden Versuch angestellt:

Reagenzgläser wurden bis zur Hälfte mit sterilem Wasser gefüllt, dem etwas Cholerakultur zugesetzt war. Die Röhrchen wurden gepfropft mit Korken, an denen ein spiralig gewundener Eisendraht[1]) befestigt war, und in eine Kältemischung gebracht. An dem Eisendraht bildete sich sehr bald ein Eiszapfen von der Stärke des Reagenzglaslumens, der nach leichtem Erwärmen des Glases bequem herausgezogen werden konnte. Nach verschiedenen Zeiten wurden diese Eiszapfen so lange in kochendes Wasser getaucht, bis sie auf $^1/_8$ ihres Volumens zusammengeschmolzen waren, und dann der Rest in Bouillon gebracht. Da die Choleravibrionen im kochenden Wasser augenblicklich getötet werden, so konnten in der Bouillon nur diejenigen zum Wachstum gelangen, die wirklich mitten im Eise ihre Lebensfähigkeit bewahrt hatten, während alle aufsen anhaftenden mit Sicherheit vernichtet worden waren. In allen Versuchen wuchsen Choleravibrionen aus. Später als nach 72 Stunden habe ich allerdings niemals untersuchen können, da mir nach 4 Tagen stets sämtliche Röhrchen zerbrochen waren, allein dieser Versuch sollte ja nur die Frage beantworten, ob die Vibrionen, durch das ganze Eis verteilt, ihre Lebensfähigkeit zu bewahren vermögen, und später bin ich auf diese Versuche, die man ja leicht so anstellen kann, dafs man Zerbrechen vermeidet, nicht mehr zurückgekommen.

Nachdem ich mich durch einige Vorversuche davon überzeugt hatte, welchen Einflufs die Zusammensetzung des Wassers

1) Nicht Kupferdraht, der nach Ficker, Zeitschrift f. Hygiene, Bd. 29, S. 65, infolge seiner starken oligodynam. Wirkung bakterientötende Eigenschaften besitzt.

bzw. Eises auf die Lebensdauer der Choleravibrionen ausübt — beispielsweise lebten dieselben unter sonst gleichen Bedingungen im Berliner Leitungswasser 3, im Spreewasser 8 Wochen — drängte sich von selbst die Frage auf: Wie verhalten sich die in Rede stehenden Bakterien unter natürlichen Verhältnissen? Diese Verhältnisse kennzeichnen sich etwa folgendermafsen: Im Sommer und Herbst, gegebenenfalls auch Anfang Winter gelangen die Krankheitserreger in unsere Oberflächenwässer und finden hier teilweise Gelegenheit, sich zu vermehren, so lange die Temperatur des Wassers noch etwa 18° und darüber ist. In den fliefsenden Wässern werden sie in dieser Zeit weithin mitgeschleppt und bringen die Choleragefahr von Ort zu Ort. Sinkt die Temperatur des Wassers unter 18°, so findet eine Vermehrung im wesentlichen nicht mehr statt, und die Bakterien unterliegen nur noch der Selbstreinigung der Gewässer durch Sedimentation. Sie sinken also mit den verschiedenen Suspensationsteilchen auf den Boden und fänden hier in dem an faulenden organischen Bestandteilen reichen Schlamm sehr günstige Nahrungs- und Vermehrungsbedingungen, wenn nur der Wärmegrad ein höherer wäre. Dann könnten wir auch mit Hilfe des Wernickeschen Aquariumsversuches die Überwinterung des Vibrio cholerae zwanglos erklären. In der kalten Jahreszeit kühlt sich aber das Wasser allmählich stark ab, die kälteren Schichten sinken nach unten bis zur Temperatur der gröfsten Dichtigkeit (+ 4° C); wärmere und kältere Schichten werden sich oben ansammeln, und alle Temperaturverschiebungen werden sich in den oberen Schichten abspielen. Tritt Frost ein, so bildet sich Eis an der Oberfläche, in seltenen Fällen auch vom Boden her (Grundeis), in gröfseren Gewässern aber wird immer ein Teil des Wassers flüssig bleiben. Wo nun tatsächlich ein vollkommenes Zufrieren eintritt, müfste man nach unserer bisherigen Erfahrung aus Experimenten ein Zugrundegehen der Choleravibrionen in längstens 8 Tagen annehmen können. Ahmt man jedoch nur einigermafsen die natürlichen Verhältnisse nach, so kommt man zu gänzlich anderen Ergebnissen.

Ich habe folgenden Versuch angestellt:

In ein Standglas wurden 2 l rohes Spreewasser, frisch geschöpft, mit etwas Sand vermengt, eingebracht. Zugesetzt wurde $^1/_4$ Bouillonkultur eines frischen, aus einem Berliner Fall gezüchteten Cholerastammes. Das Standglas wurde mit einem Glasdeckel versehen, in einen weiten Topf mit einer Kältemischung gesetzt und das Ganze auf einen Balkon ins Freie gestellt. Spätestens in 24 Stunden war dann die gesamte Wassermasse zu einem massiven Eisblock gefroren. Alle 8—14 Tage, anfangs öfter, wurde das Eis aufgetaut, 50 ccm von der Oberfläche (möglichst unter Vermeidung jeder Erschütterung) und 50 ccm vom Grunde (Wasser + Schlamm) mit der Pipette abgehoben und gesondert in Kölbchen dem bekannten Anreicherungsverfahren mit dem üblichen Pepton-Kochsalzzusatz unterworfen. Gleich nach dem Abnehmen der Proben kam das Wasser wieder in die Kältemischung. Nach ca. 20stündiger Bebrütung der Peptonkölbchen bei 37° wurden einige Ösen von der Oberfläche derselben auf grofse Agarschalen ausgestrichen und nach weiteren 24 Stunden Kolonien abgestochen. Die Identifizierung erfolgte mit Hilfe von hochwertigem agglutinierendem Serum. Die Resultate waren folgende:

Nr.	Datum	Oberfläche	Grund	Nr. Aussaat	Datum	Oberfläche	Grund
Aussaat	4. XII. 05			8	25. I. 06	—	+
1	6. » »	+	+	9	9. II. »	—	+
2	9. » »	+	+	10	17. » »	—	+
3	13. » »	+	+	11	1. III. »	—	+
4	18. » »	+	+	12	13. » »	+	—
5	29. » »	+	+	13	24. » »	—	—
6	9. I. 06	+	+	14	1. IV. »	—	—
7	17. » »	+	+	15	12. » »	+	+

Nachdem einige Male während des März bei dem Anreicherungsverfahren, dem nur 100 ccm unterzogen waren, Choleravibrionen nicht mehr gefunden worden waren, wurde am 12. IV. der gesamte Rest mit der nötigen Menge Peptonstammlösung versetzt, der Schlamm aufgerührt und das Gefäfs in den Brutschrank gebracht. Auf den hiervon angelegten Agarplatten ge-

lang es wiederum, den gesuchten Keim nachzuweisen. Das ist also das Hauptergebnis des Versuchs, dafs Cholerabazillen länger als 4 Monate im Eis bei weniger als 0° ihre Lebensfähigkeit bewahrt haben. Es ist nicht unwahrscheinlich, dafs sie sich noch länger halten können, allein es genügte mir zu zeigen, dafs auch der strengste Winter in unseren Breiten nicht im stande ist, die Choleraerreger in der Natur abzutöten. Einen strengen Frost von mehr als 4 Monaten Dauer haben wir ja nach den Erfahrungen der letzten Jahre kaum Aussicht zu erleben, und auch dann liegen die Verhältnisse für den Choleravibrio, wie oben auseinandergesetzt, noch erheblich günstiger wie im Versuch.

Der Grund, warum meine Resultate von denen der früheren Untersucher so erheblich abweichen, ist derselbe wie in dem Wernickeschen Versuch, in dem die Vibrionen, die im reinen Wasser in kurzer Zeit sterben, noch nach Monaten lebend im Schlamm gefunden wurden. Gewährt man den Vibrionen die Möglichkeit zusammen mit suspendierten Bestandteilen, die einen Nährwert für sie darstellen, sich am Boden abzusetzen, so werden ihnen die sonstigen ungünstigen Verhältnisse wenig anhaben. In dem obenstehenden, durch Sedimentation rein gewordenen Wasser bzw. Eis gehen die Vibrionen in kürzerer Zeit zugrunde, doch haben sie die Möglichkeit, bei Eintreten günstigerer Bedingungen im Wasser, dasselbe von unten her neu zu infizieren. Im vorliegenden Falle gelang es bereits nach $1^1/_2$ Monaten bis auf einen Ausnahmefall (13. III. 06) nicht mehr, die Keime von der Oberfläche zu züchten. In dem Ausnahmefall wurde eine einzige Cholerakolonie gefunden. Ich nehme an, dafs hier durch irgendeine äufsere Ursache (Erschütterung nach dem Auftauen o. dgl.) eine Infektion des Wassers vom Schlamm her mit einem oder einigen wenigen Choleravibrionen eingetreten ist.

Wichtig ist bei der Sedimentation der Umstand, dafs die mit den Bakterien sedimentierten Teilchen einen Nährwert für Keime besitzen. Das geht u. a. hervor aus den Weifsschen Versuchen, in denen der Zusatz von Bouillon zum Wasser die

Lebensdauer der Cholerabazillen verlängerte, sowie auch aus eigenen, in denen durch Zusatz von Sand zu Leitungswasser eine erhebliche Verlängerung der Lebensfähigkeit der Choleravibrionen nicht erzielt werden konnte.

Die Bedeutung des Versuchs liegt auf der Hand. Sie besteht darin, dafs der gegen die meisten künstlichen Einwirkungen so empfindliche Choleraerreger den Vernichtungsbestrebungen der Naturkräfte während der kalten Jahreszeit im Gebiete unserer Oberflächenwasser zu trotzen vermag. Nach unseren epidemiologischen Erfahrungen konnte man nichts anderes erwarten. Bei der Einschleppung der Cholera in unser Vaterland mufs der Cholerabazillus entweder in den ostrussischen Gewässern überwintert haben und im August 1905 in die Weichselgegend gebracht worden sein, oder er ist schon während der russischen Epidemie in die Weichsel geraten, hat hier eine Latenzperiode durchgemacht und erst später günstigere Wachstumsbedingungen gefunden.

Der Boden spielt m. E. bei der Überwinterung der Cholerabazillen keine Rolle, weil die Oberfläche, die für die Übertragung zunächst allein in Betracht kommt, zu schnell der Austrocknung unterliegt und auch für sonstige Hypothesen keine Anhaltspunkte zu gewinnen sind. Nur der stets wasserdurchtränkte Schlamm ist imstande das Leben der Vibrionen über die kalte Jahreszeit hinwegzuretten.

Es ist nun ohne weiteres verständlich, warum die Cholera fast überall zuerst in der Nähe von Flufsläufen auftritt. Nur fliefsendes Wasser vermag Bakterien weithin zu verschleppen, die meist geringe Tiefe der Flufsläufe, die Strömung des Wassers, der stärkere Verkehr von allerhand Fahrzeugen, besonders von Kähnen und Flöfsen, die durch Staken fortbewegt werden, begünstigen ein Aufwirbeln des Schlammes und Aufsteigen der Bakterien aus der Tiefe an die Oberfläche. In tieferen und stagnierenden Gewässern werden die einmal hineingeratenen Choleravibrionen bei weitem häufiger für immer versinken.

Wenn auch im Laufe der Monate ein grofser Teil der Cholerabazillen zugrunde geht, so läfst sich doch aus den angeführten

Gründen die Behauptung rechtfertigen, dafs der Keim zu einer Epidemie zurzeit[1]) noch auf dem Boden derjenigen Flüsse ruht, die im vorigen Jahr mit Cholera infiziert gewesen sind. Gelegenheit, aus der Tiefe aufzusteigen und an der Oberfläche sich hier und da zu vermehren, wird der Keim im Laufe des Sommers oft genug haben. Ob wirklich eine neue Choleraepidemie auftreten wird, ist freilich eine andere Frage, die sich nicht beantworten läfst. Zum Zustandekommen einer Epidemie gehören ja immer noch andere Umstände, die sich zu einer Kette zusammenfügen müssen. Hier und da können natürlich einmal wenige Cholerakeime, die an die Oberfläche des Wassers gelangen, durch Zufall die Veranlassung zu einer grofsen Epidemie werden. Da aber die Vermehrungsmöglichkeit der Vibrionen infolge der nicht gerade glänzenden Nahrungsbedingungen im Wasser, infolge der fast das ganze Jahr durch herrschenden niedrigen (unter 18°) Temperatur des Wassers, infolge des zerstörenden Einflusses des Sonnenlichtes, der vernichtenden Arbeit von Protozoen und mitunter infolge der Beimengung von für sie giftigen Abwässern, im ganzen eine geringe ist, so werden die an die Oberfläche gelangten Keime in der bei weitem gröfsten Zahl der Fälle wieder versinken, ohne Schaden angerichtet zu haben. Weiterhin kommt in Betracht, dafs die in einen menschlichen Magen gelangten Vibrionen sehr häufig durch den Magensaft vernichtet werden. Nur in verhältnismäfsig wenigen Fällen wird der Choleravibrio im menschlichen Organismus zur Vermehrung gelangen, jedoch auch in diesen Fällen, ohne dafs jedesmal eine richtige Choleraerkrankung einzutreten braucht. Im Gegenteil, es spricht vieles dafür, dafs gerade in diesen ersten Fällen keine typische Choleraerkrankung zustande kommt. Der längere Zeit saprophytisch gewachsene Mikroorganismus ist sicherlich in seinen krankmachenden Eigenschaften erheblich geschwächt, die er aber durch die Warmblüterpassage sofort wieder erlangen kann. Deswegen gelingt es auch so selten, nach einer längeren Seuchenpause einen wirklich ganz vereinzelten Fall festzustellen; der erste

[1]) Bei der Korrektur: Manuskript abgeschlossen 5. Juni 1906.

Bazillenausscheider wird gewöhnlich nicht entdeckt. Berücksichtigt man nun noch die Frage der individuellen Empfänglichkeit bzw. Immunität gegenüber den Choleraerregern mit all ihren dunklen und halbdunklen Geheimnissen, so mufs man jedes Prophezeien als gewagte Spekulation bezeichnen.

Zurzeit verschafft sich die Ansicht wieder etwas mehr Geltung, dafs der Kontaktinfektion auch bei der Cholera eine wichtigere Rolle zukäme als der Trinkwassertheorie. Zweifellos erscheint, dafs man erstere bei der Verbreitung einer bereits ausgebrochenen Seuche etwas mehr berücksichtigen mufs, als es in früheren Jahren geschah. Besonders die innerhalb einer Ortschaft allmählich erfolgenden Ansteckungen weisen geradezu auf den Weg des Kontakts hin. Natürlich handelt es sich hierbei meist nicht um unmittelbare, sondern mittelbare Übertragung. Um sich ein Bild von den sich abspielenden Vorgängen zu machen, können Untersuchungen dienen, die auf Veranlassung von Herrn Geheimrat Rubner im hiesigen Institut angestellt werden und demnächst zur Veröffentlichung kommen. Sie haben zum Gegenstand den Nachweis des Bact. coli an Gegenständen innerhalb menschlicher Behausungen und zeigen, dafs der sonst ganz und gar nicht ubiquitäre Kolibazillus fast überall da vorhanden ist, wo die Hände der Bewohner gewohnheitsmäfsig hinkommen (Türklinken, Treppengeländer etc.); dafs auf diese Weise pathogene Keime gerade so leicht verschleppt werden können wie harmlose Darmbakterien, ist natürlich, und wenn auch der Choleravibrio gegen Austrocknen empfindlicher ist als der Bact. col. comm., so wird er doch unter sonst für ihn günstigen Umständen den Weg zu weiteren Individuen auf diese Weise finden können. Bei der Ausbreitung einer Choleraepidemie spielen also beide Infektionsarten gewöhnlich ineinander; wenn dieselbe aber einmal erloschen war, so kann man m. E. auf Grund der Erfahrung sowohl als auch der experimentellen Belege von nirgends anders her ihr Wiedererstehen erwarten als aus dem Schlamm der Wasserläufe.

Über die Abtötung von Bakterien durch Licht.
II.

Von

Dr. phil. **H. Thiele** und Prof. Dr. med. **Kurt Wolf.**

(Aus dem Hygienischen Institut der Techn. Hochschule zu Dresden.)

In dem ersten Teile[1]) unsrer Arbeit haben wir versucht, die Bedingungen festzustellen, unter denen eine Abtötung von Bakterien erfolgt, wenn jede erhebliche Temperaturerhöhung von letzteren ferngehalten wird. Bei sämtlichen bisher ausgeführten Versuchen wurde deshalb das die Bakterienleiber umgebende Medium durch die genau beschriebene Kühlvorrichtung auf niederen Temperaturen (ca. 14—20° C) gehalten. Es hat sich dabei gezeigt, dafs unter diesen Verhältnissen die Abtötung hauptsächlich auf das ultraviolette Gebiet des Spektrums beschränkt ist, und dafs selbst sehr langer Belichtungen mit längerwelligem, z. B. durch Glas filtriertem Licht unter diesen Umständen ohne merkliche Wirkung ist, obwohl ja durch dieses Filter sämtliche sichtbare Strahlen nur unerheblich zurückgehalten werden. Wir vermochten ferner zu zeigen, dafs durch blaues Steinsalz filtriertes Licht, das also durch diese Filtration weitgehend von den sichtbaren Strahlen befreit war, Abtötung der Bakterien verursacht. Bei allen diesen vielen Versuchen erhielten wir keine Anhaltsgründe dafür, dafs das Licht indirekt, z. B. durch Wasserstoffsuperosydbildung wirke.

1) Archiv f. Hygiene, 57, 29.

Es lag uns die weitere Aufgabe vor, mit den in unserer ersten Abhandlung beschriebenen Apparaten zu untersuchen, in welcher Weise die Bakterienabtötung durch Licht von der Temperatur beeinflufst werde. Dafs ein solcher Einflufs vorhanden ist, geht aus den Untersuchungen von Santori, Kruse und Bang[1]) hervor, die eine Steigerung der keimtötenden Wirkung des Lichtes mit der Temperatur gefunden hatten. Wir wollten versuchen, zu erkennen, ob die Steigerung der Temperatur nur eine Vermehrung der bakteriziden Wirkung der Strahlen, die auch bei niederen Temperaturen abtöten, verursache, oder ob durch die Temperatursteigerung etwa eine Verschiebung des die Bakterien vernichtenden Spektralgebietes eintrete, oder ob etwa beides gleichzeitig der Fall ist. Wollte man diese Verhältnisse graphisch darstellen, indem man auf das Spektrum als Abszisse die bakteriziden Wirkungen als Ordinaten aufträgt, so würde im ersten Falle bei der höheren Temperatur die Kurve einfach entsprechend steiler gezeichnet werden müssen. Im zweiten Falle würde neben den sich auf die niedrigere Temperatur beziehenden Berg der Kurve ein zweiter gezeichnet werden müssen. Im dritten Falle würde die zweite Kurve die erste überdecken (vergl. schem. Skizze 1—3).

Durch diese Versuche war, insbesondere wenn sich die Verhältnisse entsprechend dem zweiten oder dritten Fall gestalteten, eine wenigstens teilweise Erklärung der sich so vielfach widersprechenden Ergebnisse der verschiedenen Forscher auf diesem Gebiete zu erhoffen[2]). Durch die von uns bisher mitgeteilten Versuche war z. B. nicht erklärt, wie eine Abtötung von Bakterien erfolgen kann, wenn diese in ein Ultraviolett stark absorbierendes Medium, wie Gelatine oder Agar-Agar eingeschlossen sind.

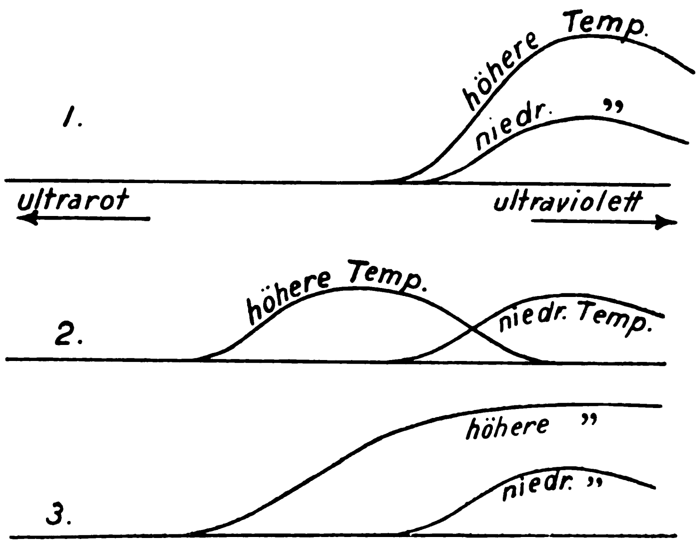
Die von Dieudonné, Buchner und anderen gemachten Versuche lassen sich ja zu jeder Zeit leicht wiederholen. Wenn

---

1) Zit. nach Paul Th. Müller, Ergebnisse der Physiologie, IV (1905).

2) Es sei an dieser Stelle auf eine Tabelle von Busck hingewiesen, die Paul Th. Müller in seiner Abhandlung: »Die allgemeinen Lebensbedingungen der Mikroorganismen« (Ergebnisse der Physiologie, IV, 1905) wiedergibt, und die in übersichtlicher Weise zeigt, wie weitgehend die Unterschiede in den Resultaten der einzelnen Beobachter sind.

man mit Bakterien geimpftes Agar-Agar zu Platten ausgiefst und diese, unbedeckt oder mit dem Glasdeckel bedeckt, dem Sonnenlicht aussetzt, so ist nach Verlauf von 1 bis $1^1/_2$ Stunden die Abtötung sämtlicher eingesäter Bakterien erfolgt. Man kommt zu dem gleichen Ergebnis auch nach Zwischenschaltung von sogenannten Wärmefiltern zwischen Lichtquelle und Platte. Trotzdem durch das Glasgefäfs, in das die die Wärmestrahlen absorbierende Flüssigkeit untergebracht wird, oder auch durch den Glasdeckel der Petrischale und schliefslich durch die Agar-Agar- oder Gelatineschicht sämtliche ultraviolette Strahlen von



den Bakterien ferngehalten werden, erreicht man doch, wie man sich täglich überzeugen kann, die Abtötung der exponierten Bakterien.

Bei Ausführung der auf den Temperatureinflufs bezüglichen Versuche tauchten uns, wie zu erwarten, eine Anzahl weiterer Fragen auf, die wir gern beantwortet hätten. Weitere Versuche in gemeinsamer Arbeit auszuführen, sind wir aber leider wegen der zwischen uns eingetretenen erheblichen räumlichen Trennung nicht mehr imstande. Wir waren hierdurch gezwungen, unsere

Versuche abzubrechen und die Resultate, soweit sie bisher gediehen sind, zu veröffentlichen.

Wir verfuhren bei diesen unseren jetzt zu beschreibenden Versuchen genau in derselben Weise wie früher und verwendeten auch den gleichen Stamm von Bacterium coli commune. Von einer 24stündigen Agar-Agarkultur dieses Bakteriums wurde ungefähr $^1/_2$ Öse voll in 10 ccm einer 1000fach verdünnten Bouillon aufgeschwemmt. Hiervon gelangten nach 15 Minuten langem Absitzen je 5 Tropfen aus den oberflächlichsten Schichten in die 5 ccm 1000fach verdünnter Bouillon der Quarzröhrchen. Zur Abmessung der Tropfen wurde immer die gleiche Pipette verwendet.

Der einzige Unterschied gegenüber den früheren Versuchen bestand darin, dafs in die sonst als Kühlgefäfs benutzte Akkumulatorenzelle jetzt verschieden temperiertes destilliertes Wasser eingebracht wurde. Dadurch, dafs wir vorgewärmtes oder kaltes Wasser durch die Kühlschlange fliefsen liefsen, war es unter Zuhilfenahme des Rührers leicht möglich, die Temperatur des destillierten Wassers je nach Bedarf zu erhöhen oder zu erniedrigen. Man hatte es nach einiger Übung in der Hand, die Temperatur so genau einzustellen, dafs während der Versuchsdauer von zwei Stunden Schwankungen von noch nicht einmal einen Grad vorkamen.

Um die Bakterien ständig in Bewegung zu erhalten, wurde auch bei den vorliegenden Versuchen Sauerstoff oder Luft oder Wasserstoff durch die Aufschwemmung im langsamen Strome hindurchgeleitet. Luft wurde lediglich wegen der Befürchtung verwendet, Sauerstoff könnte bei erhöhter Temperatur den Bakterien an sich nicht ungefährlich sein. Die vorher durch Watte filtrierte Luft wurde durch langsames Ausfliefsen von Wasser aus einer Flasche in die Röhrchen eingesogen, während Sauerstoff und Wasserstoff so, wie dies früher beschrieben worden ist, hindurchgeleitet wurden.

Die Auszählung der Platten erfolgte meist am dritten oder vierten Tage; waren wenig Keime auf der Platte, dann wurden sie mit der Lupe sämtlich gezählt, waren aber sehr viele aufge-

gangen, dann geschah die ungefähre Feststellung der Zahl unter Zuhilfenahme des Mikroskops. Es wurden 12 Gesichtsfelder aus allen Teilen der Platte gezählt, der Durchschnitt genommen und die erhaltene Zahl auf die ganze Fläche der Platte umgerechnet.

Die nachfolgenden Versuche sind sämtlich mehr als einmal ausgeführt worden; als Beispiel ist jedesmal ein bestimmter Versuch herausgewählt.

Versuchsreihe 1.

Quarzquecksilber-Bogenlampe, 5 cm entfernt von der Quarzplatte des Akkumulatorengefäfses. Luftdurchleitung, zuerst in das belichtete, aus diesem in das Bleimantelrohr[1]). Dauer des Versuchs 7 Minuten. Temperatur des Wassers zu Beginn 40,5°, bei Beendigung 39,9° C. Entnahme nach je 1 Minute. Es wurde zu diesem Zweck jedesmal ein Brett zwischen Lichtquelle und Quarzplatte eingeschalten, so dafs während der Dauer der Probenahme die Einwirkung des Lichtes ausgeschlossen war.

Ergebnis: Es wurde jedesmal mit einer anderen sterilisierten Pipette eine kleine Menge Flüssigkeit entnommen und davon 2 Tropfen (ungefähr 0,1 ccm) zu Platten ausgegossen.

In 2 Tropfen waren enthalten:

	vorher:	48000	Keime
nach	1 Minute:	25	»
»	2 Minuten:	3	»
»	3 »	3	»
»	4 »	4	»
»	5 »	0	»
»	6 »	0	»
»	7 »	0	»

Bei unseren früheren Versuchen hatten wir unter Beobachtung genau der gleichen Versuchsanordnung — abgesehen von der Temperatur — eine merkliche Abnahme der Bakterienkeime durch das Licht der Quarzquecksilberbogenlampe erst nach $7\frac{1}{2}$ Minuten erreichen können. Bei der auf 40° C gesteigerten Temperatur tritt nahezu momentane Abtötung ein. Vollkommene Sterilität des Inhaltes des Versuchsröhrchens ergab sich zwar erst nach 5 Minuten. Es mufs aber auch hier wieder, wie schon

1) Wegen der genaueren Angaben über die Versuchsanordnung ist die Abhandlung I zu vergleichen.

bei Gelegenheit der früheren Versuche darauf hingewiesen werden, dafs bei der von uns gewählten Versuchsanordnung einzelne Keime immer Gelegenheit haben, sich den für sie verderblichen Strahlen der Lichtquelle für einige Zeit zu entziehen.

Jedenfalls hat diese Versuchsreihe in Übereinstimmung mit den Ergebnissen anderer Beobachter erwiesen, dafs die bakterientötende Wirkung der ultravioletten Strahlen bei erhöhter Temperatur gesteigert wird.

Versuchsreihen 2—5. Die nachfolgenden Versuche wurden sämtlich unter Einschaltung der Spiegelglasscheibe zwischen Lichtquelle und Quarzplatte des Akkumulatorengefäfses ausgeführt. Die vordere Fläche der Quarzplatte war genau 20 cm von der Mitte der Kohlenstifte der Bogenlampe entfernt. Bei der Probenahme wurden nur zwei Pipetten verwendet, die vor jeder neuen Benutzung in destilliertem Wasser ausgekocht wurden. Von der für das belichtete Rohr benutzten Pipette machten 5 Tropfen = 0,2 ccm aus, von der für das Bleimantelrohr 7 Tropfen = 0,3 ccm. Es kamen immer 2 Tropfen auf die Gelatineplatte. Man erhielt hierdurch stets die gleichen Mengen Bakterienaufschwemmung und kann diese jetzt miteinander vergleichen.

Versuchsreihe 2.

Sauerstoffstrom. Dauer des Versuchs 2 Stunden. Temperatur zu Beginn 39,9°, am Schlufs 40,5° C.

In 2 Tropfen der Bakterienaufschwemmung waren enthalten:

Belichtetes Rohr	vorher:	43 600	Keime
» »	nachher:	350	»
Bleimantelrohr	vorher:	42 000	»
»	nachher:	42 500	»

Versuchsreihe 3.

Sauerstoffstrom. Dauer des Versuchs 2 Stunden. Temperatur zwischen 29,7° und 31,0° C.

Belichtetes Rohr	vorher:	43 000	Keime
» »	nachher:	3 450	»
Bleimantelrohr	vorher:	46 000	»
»	nachher:	37 000	»

Versuchsreihe 4.

Luftdurchleitung. Dauer des Versuchs 1 Stunde 35 Minuten. Temperatur 40,0° bis 40,7° C.

Belichtetes Rohr vorher:	29 600	Keime
» » nachher:	190	»
Bleimantelrohr vorher:	29 000	»
» nachher:	25 000	»

Versuchsreihe 5.

Luftdurchleitung. Dauer des Versuchs 2 Stunden. Temperatur 30,5° bis 31,1° C.

Belichtetes Rohr vorher:	33 400	Keime
» » nachher:	4 100	»
Bleimantelrohr vorher:	37 800	»
» nachher:	35 500	»

In der Abhandlung I ist auseinandergesetzt worden, dafs eine Spiegelglasscheibe von 0,135 cm Dicke, wie wir sie verwendeten, die Strahlen von 290 $\mu\mu$ ab an dem Durchtritt verhindert, also diese ultravioletten Strahlen nicht in das Akkumulatorengefäfs und in die Bakterienaufschwemmung gelangen läfst. Bei niedrigen Temperaturen waren denn auch die Bakterien durch die Glasscheibe vor der Abtötung durch die Lichtstrahlen, selbst wenn sie diese 24 Stunden lang aushalten mufsten, bewahrt geblieben. Bei hohen Temperaturen wirken auch die Strahlen die nicht durch Glas zurückgehalten werden, bakterientötend. Es tritt also nicht nur eine Erhöhung der Wirkung des auch bei niederer Temperatur abtötend wirkenden Gebietes ein, sondern das bakterizid wirkende Spektralgebiet wird gleichzeitig nach dem roten Teil des Spektrums hin verschoben.

Hierzu mufs allerdings bemerkt werden, dafs eine sehr geringe bakterizide Wirkung den langwelligen Strahlen vielleicht auch bei niedrigerer Temperatur zukommen kann.

Vielleicht wird man nicht fehlgehen in der Annahme, dafs schliefslich die Strahlen aus allen Teilen des Spektrums den Bakterien schädlich sind. Es kommt nur darauf an, unter welchen Umständen die verschiedenen Strahlen auf die Bakterien einwirken. Man wird die Belichtungsdauer, die Intensität der

Lichtquelle und, wie die vorliegenden Versuche beweisen, auch die Temperatur berücksichtigen müssen, unter der sich die bestrahlten Bakterien befinden.

An dieser Stelle seien auch die Arbeiten von E. Hertel[1]), Jena, erwähnt, die uns erst nach Abschlufs unserer Versuche bekannt wurden, weil die betreffende Literatur uns leider nicht zugänglich war und weil auch kein diesbezügliches Referat in einer bakteriologischen Zeitschrift erschienen war. Hertel hat mittels einer sehr eleganten Methode das Absterben der Bakterien im spektral zerlegtem Licht direkt unter dem Mikroskop beobachtet. Von besonderem Interesse ist bei seinen Arbeiten, dafs er durch thermoelektrische Messungen die Intensität der einzelnen Teile des Spektralgebietes gemessen hat, so dafs seine Methodik einen Vergleich der bakteriziden Wirkung der verschiedenen Spektralbezirke zuläfst, obwohl die absolute Intensität an den einzelnen Stellen infolge der Belichtungsquelle (Funkenlicht) eine ungemein verschiedene war. Hertel erhielt bei seinen Versuchen in allen Teilen des Spektrums von 558 bis 210 $\mu\mu$ Abtötung; allerdings mit sehr grofsen Unterschieden:

Bei 210 $\mu\mu$ einer thermoelektr. gemess. Intens. 4—6 in 10 Sek.
» 558 $\mu\mu$ » » » » 499—510 in 5—6 Std.[2])

Inwieweit bei den verschiedenen Forschern, welche das Gebiet der Lichteinwirkung auf Bakterien untersucht haben, der Einflufs der Temperatur mit zur Geltung gekommen ist, läfst sich sehr schwer mit Sicherheit beurteilen. Es ist natürlich kein Zweifel, dafs alle die Versuche, bei denen einfach eine Agar-Agarplatte in die Nähe der Lichtquelle gebracht wurde, sehr wenig Beweiskraft besitzen. Dafs in solchen Fällen die durch einen Schirm bedeckten Stellen lebhaftes Wachstum zeigten, ist nicht auffallend, denn der Schirm hielt sämtliche strahlende

1) Z. f. allgem. Physiologie, IV, 1 (1904), V, 95 (1905); Nachricht. d. k. Ges. d. Wiss. z. Göttingen, 1906, 1; Z. f. diät. u. phys. Therap., 1906/07 (Bd. X). Ber. d. ophthalm. Ges. Heidelberg, 1903.

2) Weitere Einzelheiten siehe Hertel: Über physiologische Wirkung von Strahlen versch Wellenlänge: Z. f. allgem. Physiol., V, 102 (1905).

Energie ab und verhinderte dadurch auch gleichzeitig eine Erwärmung der betreffenden Stellen. Wir haben in dem ersten Teile unserer Arbeit eingehend auseinandergesetzt, welche Schwierigkeiten sich bieten, wenn man die Erwärmung mit Sicherheit vermeiden will, so dafs es genügt, an dieser Stelle wieder darauf hinzuweisen. Wie wenig ängstlich in dieser Beziehung manche ältere Beobachter waren, zeigt sich darin, dafs sie sogar von einem Eintrocknen der Nährböden infolge der Bestrahlung berichten.

Da wir bei höherer Temperatur auch mit langwelligeren (sichtbaren) Strahlen Abtötung erhalten hatten, prüften wir auch hier die Bakterienaufschwemmung nach der Bestrahlung sowohl mit Schönbeins als mit Erdmanns Reagens. Beide Prüfungen fielen stets negativ aus.

Es blieb uns nun noch zu untersuchen, wie sich die Bakterien bei Bestrahlung durch langwelligere Strahlen bei höherer Temperatur in sauerstofffreier Atmosphäre verhalten.

Dieudonné hatte Bakterien, die er unter anaeroben Bedingungen hielt, durch Licht nur schwerer abzutöten vermocht, als unter aeroben. Zu dem gleichen Ergebnis kam Bie.[1]) Er fand, dafs im Wasserstoffstrom gehaltene Bakterien nur durch ultraviolette Strahlen abzutöten seien.

Unsere bei Wasserstoffdurchleitung unter gleichzeitiger Erwärmung der Bakterien ausgeführten Versuche brachten folgende Ergebnisse. Als Lichtquelle diente bei diesen Versuchen die Kohlenbogenlampe, die 20 cm von der Quarzplatte entfernt war.

Versuchsreihe 6.

Zwischenschaltung der Spiegelglasscheibe, Wasserstoffdurchleitung zuerst in das belichtete Rohr. Dauer des Versuchs 2 Stunden. Temperatur zu Beginn 40,0°, am Schlufs 40,7° C.

In 2 Tropfen waren enthalten:

Belichtetes Rohr vorher:	29 250	Keime
» » nachher:	31 000	»
Bleimantelrohr vorher:	32 000	»
» nachher:	31 600	»

1) a. a. O. bei Müller.

Versuchsreihe 7.

Zwischenschaltung der Spiegelglasscheibe, Wasserstoffdurchleitung. Dauer des Versuchs 1 Stunde 30 Minuten. Temperatur zu Beginn 31,0° dann 29,0°, am Schlufs wieder 31,0° C.

Belichtetes Rohr vorher:	53 100	Keime
» » nachher:	49 500	»
Bleimantelrohr vorher:	55 000	»
» nachher:	55 750	»

Diese Versuche brachten also das interessante Ergebnis, dafs bei höherer Temperatur, sowohl bei etwa 30°, als auch noch bei etwa 41°, Bakterien durch die längerwelligen (durch eine dünne Spiegelglasscheibe filtrierten) Strahlen während einer Versuchsdauer von zwei Stunden nicht mehr abgetötet werden, wenn sie sich in einer Wasserstoffatmosphäre befinden. Dies in voller Übereinstimmung mit Bie's Versuchen stehende Ergebnis erklärt gleichzeitig in vieler Hinsicht die Dieudonnéschen Resultate. Die auch in der Anaerobiose eintretende Abtötung durch ultraviolette Strahlung konnte Dieudonné natürlich nicht beobachten, weil bei seiner Versuchsanordnung die in dieser Hinsicht wirksame Strahlung nicht zur Geltung kam.

Bei zusammenfassender Betrachtung unserer sämtlichen Ergebnisse kann man zu dem Schlusse kommen, dafs es sich bei der Abtötung um zwei ganz getrennte Vorgänge handelt: einmal um die Abtötung durch sehr kurzwellige ultraviolette Strahlen und dann um die Abtötung durch Strahlen gröfserer Wellenlänge, etwa von solchen, die von Glas noch durchgelassen werden. Der erstere Vorgang wäre unabhängig von der Gegenwart von Sauerstoff; die Erhöhung der Temperatur wirkt beschleunigend. Die Abtötung durch Strahlen gröfserer Wellenlänge aber wäre abhängig von der Gegenwart von Sauerstoff. Sie ist bei niederen Temperaturen praktisch gleich Null und wächst rasch mit steigender Temperatur. Man darf bei solchen Betrachtungen jedoch nicht vergessen, dafs die bakteriologischen Untersuchungsmethoden erst dann eine Schädigung der Bakterien erkennen lassen, wenn der Vorgang schon bis zu einem gewissen Grade vorgeschritten ist, und dafs geringe Schädigungen sich unserer

Beobachtung entziehen. Es ist ferner zu bedenken, dafs Versuche, eine Erklärung solcher Vorgänge zu finden, heute schon deshalb sehr schwierig sind und leicht zu Trugschlüssen führen, weil unsere Kenntnisse auf photochemischem Gebiete noch sehr geringe sind. Ehe die Einwirkung des Lichtes auf tote organische Materie, auf einfache chemische Stoffe, nicht viel eingehender als bisher studiert worden ist, erscheinen Hypothesen in bezug auf das chemische Verhalten organischer Lebewesen bei der Bestrahlung um so gewagter, als die chemische Zusammensetzung sowohl wie die chemische Konstitution der Komponenten, noch in vielen Punkten unsicher ist.

Aus diesen Gründen wollen wir uns mit der Wiedergabe der direkten Versuchsergebnisse begnügen:

1. Kurzwellige ultraviolette Strahlen töten Bakterien in kürzester Zeit ab. Es bestehen keine erheblichen Unterschiede bezüglich des Verhaltens der verschiedenen Bakterienarten.
2. Die Abtötung durch ultraviolettes Licht erfolgt auch bei Temperaturen von etwa 14—20° C. Höhere Temperatur beschleunigt die Abtötung wesentlich.
3. Die Abtötung durch ultraviolettes Licht ist unabhängig von der Gegenwart von Sauerstoff.
4. Langwelligere Strahlen, d. h. vom Glas nicht absorbierbare (sichtbare) Strahlen, beeinflussen bei Zimmertemperatur (14—20°) Bakterien nicht merklich ungünstig.
5. Bei höheren Temperaturen werden Bakterien auch durch langwelligere Strahlen abgetötet, wenn auch nicht so intensiv wie durch kurzwellige.
6. Die Abtötung durch langwelligere Strahlen wird durch eine Wasserstoffatmosphäre verhindert.
7. Für die Ansicht, dafs die Abtötung indirekt durch Wasserstoffsuperoxyd erfolge, konnten keine Anhaltspunkte gefunden werden.

Über Buttersäuregärung.

(IV. Abhandlung.)

Von

R. Grafsberger und **A. Schattenfroh.**

(Aus dem Hygienischen Institut der Universität Wien.)

Mit Tafel I—II.

Als wir vor sieben Jahren das Studium der Buttersäuregärung in Angriff nahmen, stellten wir uns das Ziel, zunächst über jene Buttersäuregärungserreger ins Reine zu kommen, die in der Natur weit verbreitet vorkommen, und bei den spontan eintretenden Gärungen eine Hauptrolle spielen. Liefsen schon die sehr auseinander gehenden Auffassungen der Autoren vermuten, dafs das von uns in Angriff genommene Thema der Ausarbeitung grofse Schwierigkeiten entgegenstellt, so kamen diese Schwierigkeiten mit dem Fortschreiten unserer durch Beobachtung und Experiment gewonnenen Kenntnisse erst recht zur Geltung.

Verhältnismäfsig noch einfach zu übersehen und leicht zu gruppieren waren die Tatsachen, soweit sie in unseren ersten zwei Abhandlungen in diesem Archiv, Bd. 37 u. 42 niedergelegt wurden.

Wir hatten es in dem einen Fall mit einem streng anaeroben, plumpen, unbeweglichen Stäbchen zu tun, das fast regelmäfsig aus stürmisch gärenden Milchproben und anderen Spontangärungen gewonnen werden konnte, die nach dem Verfahren von

Botkin eingeleitet worden waren. Diese Stäbchenart zeigte, morphologisch und kulturell betrachtet, anscheinend recht einfache Verhältnisse, und sieht man von geringfügigen Schwankungen ab, die sich auf das Aussehen und die Gröfse der Individuen sowie auf die Randbeschaffenheit der Oberflächenkolonien beziehen, so imponierte die von uns beschriebene Art als solche mit grofser Konstanz der Merkmale.

Die morphologische Untersuchung bot uns hier zunächst keinen Angriffspunkt für die Bemühungen, die verwandtschaftlichen Beziehungen, welche diese Bakterienart mit anderen bekannten Bakterienarten verknüpfen, aufzudecken. Hier war es das Studium der chemischen Veränderungen, welche die Stäbchen in zuckerreichen Nährböden hervorriefen, das uns ihre Verwandtschaft zu den bisher beschriebenen Buttersäurebakterien verriet. Der wesentlichste Unterschied diesen gegenüber lag in der Eigentümlichkeit, dafs die neuaufgefundene Bakterienart nach der Reinisolierung asporogen war, während die bisher beschriebenen anaeroben Buttersäurebakterien sporulieren und weiters dadurch ausgezeichnet sind, dafs sie während der Sporulierung unter Einlagerung von Granulose eigentümliche Formveränderungen erleiden, die besonders den mit Jod gefärbten Präparaten das bekannte typische Aussehen verleihen.

Durch mühsame Versuche gelang es uns nun, festzustellen, dafs unsere unbeweglichen Buttersäurebazillen durch geeignete Züchtung zur Sporenbildung veranlafst werden und hierbei unter Umständen ebenso wie die echten Buttersäurebazillen Granulose einlagern können.

Eine besondere Bedeutung erhielt diese Beobachtung durch den von uns erbrachten Nachweis, dafs ein von Fränkel seinerzeit als Erreger der foudroyanten Gasphlegmone beschriebenes krankheitserregendes, anaerobes unbewegliches Stäbchen eine pathogene Abart des weit verbreiteten unbeweglichen Buttersäurebazillus darstellt.

Wenn sich auch Fränkel noch vor wenigen Jahren heftig gegen unsere Auffassung gewehrt hat, so scheint es doch, als ob gegenwärtig die meisten Autoren, die sich mit der Sache ein-

gehender beschäftigten, unsere Auffassung teilen, diejenigen miteinbezogen, die glauben, dafs sie besser tun, wenn sie sagen, unser unbeweglicher Buttersäurebazillus sei eine Abart des pathogenen Fränkelschen Bazillus.

War nun auch mit den eben kurz skizzierten Fortschritten in der Bearbeitung des Themas einerseits der Zusammenhang unserer unbeweglichen Bakterienart mit den bekannten Buttersäurebakterien erschlossen, andererseits durch die Aufdeckung der verwandtschaftlichen Beziehungen des unbeweglichen Buttersäurebazillus zu dem pathogenen Gasphlegmonebazillus das Studium der Buttersäuregärung auch dem Interesse des Pathologen nahegerückt, so fehlte immerhin einem wesentlichen Fortschritt noch manches Notwendige.

Vor allem waren wir damals nicht imstande gewesen, bezüglich Versporung und Granulosebildung des unbeweglichen Buttersäurebazillus mehr als die Tatsache selbst festzustellen, die Möglichkeit eines genaueren Studiums der mit der Versporung eintretenden Veränderungen fehlte bei dem Umstand, als wir die Mittel zur Herbeiführung der Versporung nicht sicher genug in der Hand hatten.

Es schien aus verschiedenen Gründen wünschenswert, bevor wir in der Untersuchung der hier aufgeworfenen Fragen weitergingen, auf Grund eigener Anschauungen über den Chemismus, über die morphologischen und speziell die mit der Sporulation verbundenen Eigentümlichkeiten der typischen, lang bekannten Buttersäurebakterien sichere Aufschlüsse zu bekommen. Diesem Zwecke diente unsere zweite Abhandlung im Archiv für Hygiene, in der wir die wichtigsten Eigenschaften jener Buttersäurebakterienarten beschrieben, die in einzelnen Repräsentanten schon seit langem bekannt sind. Durch die Bezeichnung »beweglicher Buttersäurebazillus« wollten wir ausdrücken, dafs die Beweglichkeit ein konstantes Merkmal dieser Bakterienarten ist. Das Gleiche trifft für die Fähigkeit der Sporenbildung zu. Wenn wir die in dieser Arbeit gewonnenen Aufschlüsse zusammenfassen, so läfst sich diesbezüglich etwa folgendes anführen. Einen

breiten Raum nimmt das Studium der chemischen Vorgänge ein und es gibt dieses im Zusammenhalt mit den in der ersten Abhandlung beschriebenen chemischen Verhältnissen bereits wesentliche Stützpunkte für die später mitzuteilenden Versuche, die Buttersäurebakterien in ein natürliches System einzuordnen, das wenigstens im engeren Rahmen diesen Namen verdient. Als wesentlichstes Ergebnis unserer chemischen Studien, soweit sie sich in den zitierten Abhandlungen zusammenfassen liefsen, sei die Tatsache angeführt, dafs die Repräsentanten beider Gruppen aus Stärke und löslichen Kohlehydraten Buttersäure und Milchsäure in variablen Mengenverhältnissen bildeten, ohne dafs aber irgendeine Gesetzmäfsigkeit, die für den Ablauf der Gärung entscheidend war, im einzelnen Falle erkannt werden konnte. Die Aufstellung einer Gärungsgleichung schien uns daher eine Unmöglichkeit zu sein. Nur das Eine ging aus den etwa 100 Gärversuchen hervor, dafs der unbewegliche Buttersäurebazillus im allgemeinen zur Bildung von Milchsäure neigt und nur in Milch gröfsere Mengen von Buttersäure zu bilden vermag, während in den vom beweglichen Buttersäurebazillus unterhaltenen Gärungen entschieden die Buttersäure überwiegt. Alkohole (Butylalkohol) konnten nur in ganz vereinzelten Fällen unter den Gärprodukten des beweglichen Buttersäurebazillus nachgewiesen werden. Eiweifsstoffe (Kasein, Albumosen) wurden von letzterer Bakterienart niemals weitgehend angegriffen, der unbewegliche Buttersäurebazillus liefs sie gleichfalls in den meisten Fällen unverändert und gab nur gelegentlich (in Peptonbouillon) zur Bildung von Schwefelwasserstoff Veranlassung. Wir kommen auf dieses Verhalten noch einmal zurück.

In morphologischer Hinsicht konnte in dem genaueren Verfolgen der Umstände, unter welchen Granulose eingelagert wird, weiters in dem Studium des Einflusses, welchen die Granuloseeinlagerung auf die Lagerung der Sporenanlage bzw. Spore ausübt, ein Fortschritt erblickt werden.

Gleichzeitig gab die Feststellung, dafs bei extremer Granuloseeinlagerung auch im Innern der Spore Granulose auftritt, und dafs die unter solchen Umständen entstehenden abnormen

Sporen nicht keimungsfähig sind, Anhaltspunkte für die später (in der dritten Abhandlung) durchgeführte Aufstellung einer Anschauung bezüglich der biologischen Bedeutung der Granuloseeinlagerung.

Standen nunmehr trotz ihrer chemisch-biologischen Verwandtschaft die typischen beweglichen Buttersäurebazillen der in der ersten Abhandlung beschriebenen unbeweglichen, Buttersäuregärung hervorrufenden Bakterienart noch immer als morphologisch stark differente Mikroorganismen gegenüber, so konnten wir in unserer dritten Abhandlung eine Bakterienart beschreiben, die zwar schon lange bekannt und wegen ihrer tierpathogenen Eigenschaften vielfach der Gegenstand des Studiums der Forscher war, deren innige Beziehungen zu den typischen Buttersäurebazillen aber nur vermutungsweise von einem Forscher (Ehlers) ausgesprochen worden war, ohne daſs diese Vermutung von irgend einer Seite gebührende Berücksichtigung gefunden hätte.

Ja, es muss hier besonders betont werden, daſs selbst solche Forscher, die nach dem Erscheinen unserer Arbeiten über den Rauschbrandbazillus Ehlers' Auffassung des Rauschbrandbazillus als echtes Klostridium mit besonderer Anerkennung der Verdienste Ehlers wiedergaben, vor dem Erscheinen unserer Arbeiten die Angaben Ehlers mit dem Verdacht kurz abgefertigt hatten, daſs dieser Autor doch wohl nicht mit sicheren Reinkulturen gearbeitet habe. (Kitt.)

Unsere ausführlichen Untersuchungen zeigten nun, daſs es sich in der Tat beim Rauschbrandbazillus um eine Bakterienart handle, die, wenigstens unter Umständen, die Eigenschaften der typischen Buttersäurebakterien in all ihren Eigentümlichkeiten erkennen läſst.

Gleichzeitig konnten wir auch feststellen, daſs bei dieser Bakterienart die Verhältnisse durch eine weitgehende Polymorphie und einen hiermit im Zusammenhang stehenden Polychemismus derart kompliziert werden, daſs die Charakteristik des Rauschbrandbazillus nur unter eingehender Berücksichtigung aller vor-

kommenden Formen und aller Varianten des Chemismus erschöpfend dargestellt werden kann.[1])

Um nun das Wesentliche des von uns erschlossenen Formenreichtums des Rauschbrandbazillus zusammenzufassen, so sei zunächst hervorgehoben, dafs der Rauschbrandbazillus einerseits dem beweglichen Buttersäurebazillus sehr nahe steht, andererseits das Bindeglied von diesem zu dem unbeweglichen Buttersäurebazillus darstellt.

Der Rauschbrandbazillus, der, so weit er im rauschbrandkranken Tiere vorkommt, regelmäfsig mit der Fähigkeit der Sporulierung begabt ist, zeigt bei Züchtung auf Agar und besonders Zuckeragar regelmäfsig dann, wenn die Anpassung an den künstlichen Nährboden gelungen ist, eine ausgesprochene

1) Wir machten in unseren Studien über den Rauschbrandbazillus wiederholt darauf aufmerksam, dafs die Variationsbreite des Polymorphismus dieser Bakterienart, sobald wir sie aus dem originären Material (Rauschbrandsaft) herausgezüchtet haben, in hohem Grade abhängt von der Art und Weise der Isolierungsmethode, dafs insbesondere die Zusammensetzung der Nährböden, auf welchen die primären Kolonien zur Entwicklung gebracht werden, der Umstand, ob und wann man in der Reihenfolge der Kulturen die Versuche einschaltet, von entscheidendem Einflufs auf die weiteren Schicksale der Kulturen sind. Es handelt sich also darum, solche Generationen zu untersuchen, die dem natürlichen Zustande sehr nahestehen und den künstlichen Züchtungsbedingungen noch nicht durch generationenweise fortgesetzte Züchtung auf Laboratoriumsnährböden völlig angepafst sind. Diese doch recht selbstverständliche Tatsache möge an dieser Stelle deshalb besonders hervorgehoben werden, weil — so scheint es — einige Forscher der Anschauung sind, dafs sich die von uns dargestellten Bilder mit beliebigen entweder im eigenen Laboratorium lang fortgeführten oder mit von auswärts bezogenen Rauschbrand-Reinkulturen gewinnen lassen. Davon kann natürlich nicht die Rede sein.

Auf den überraschenden Einwand von Hiblers, dafs wir nicht mit Reinkulturen gearbeitet hätten (zur Begründung dieser Vermutung bemüht sich v. Hibler aus unserer Arbeit herauszulesen, dafs wir dort, wo wir differente Formen beobachtet haben, Kulturen vor uns hatten, die nicht von einer und derselben Kolonie, sondern von verschiedenen stammten), kommen wir später noch zurück. v. Hibler wird dann Gelegenheit haben, sich zu überzeugen, dafs die Fehlerhaftigkeit seiner Anschauungen über die anaeroben Buttersäurebazillen inzwischen bereits durch andere Untersuchungen bewiesen ist.

Neigung Kolonien zu bilden, die in ihrem Aussehen den Kolonien des unbeweglichen Buttersäurebazillus gleichen und unbewegliche plumpe Stäbchen enthalten. Bei Übertragung von solchen Kolonien auf Zuckeragar bekommt man oft schon in einer, gelegentlich in mehreren Kulturfolgen dauernd Reinkulturen, die asporogene unbewegliche und unbegeifselte Stäbchen aufweisen, welche nach allen ihren näheren Eigenschaften der Reinkultur des unbeweglichen Buttersäurebazillus völlig gleichen.

Wir nannten diesen Vorgang, der mit der Anpassung an die künstlichen Nährböden (insbesondere solche feste Nährböden, denen Zucker zugesetzt wurde) zu einer beträchtlichen Zunahme der Dicke der Stäbchen, zum Verluste der Beweglichkeit und Sporulation führt, »Denaturierung«. Durch die aufserordentliche Ähnlichkeit, welche diese denaturierten Stäbchen mit den Stäbchen des unbeweglichen Buttersäurebazillus aufweisen, ist dieser Zustand des denaturierten Rauschbrandbazillus hinreichend gekennzeichnet. (Ein Teil der Stäbchen, die von einigen Autoren als Begleiter der Rauschbrandbazillen beschrieben wurden, war gewifs nichts anderes als solche denaturierte Rauschbrandbazillen). Hatten wir demnach durch Zufall vom Rauschbrandbazillus eine Brücke zum unbeweglichen Buttersäurebazillus geschlagen, so konnten wir bei dem genaueren Studium der Übergangszustände, welche diese denaturierten Kulturen mit dem originären Zustand verbinden, unschwer den ganzen Formenkreis wiederfinden, wie er den in der zweiten Abhandlung geschilderten typischen beweglichen Buttersäurebazillen zukommt.

Das überaus wechselnde Bild, unter welchem z. B. die Sporulierung in solchen halbdenaturierten Kulturen vor sich geht, wie sie beispielsweise durch Übertragung der schwach entwickelten primären tiefen Kolonien mit haarförmig verfilztem Rand (die sehr häufig bei Aussaat von Rauschbrandfleisch-Reinmaterial in Zuckeragarplatten zur Entwicklung kommen) in Zuckerbouillon mit Kreide und in andere Nährböden gewonnen werden können, steht zum grofsen Teil unter dem Einflufs der jeweilig schwächer oder stärker erfolgenden intermediären Einlagerung von Granulose in die sporulierenden Zellen. Gestützt durch die Vorstudien,

die wir in der zweiten Abhandlung über den beweglichen Buttersäurebazillus beschrieben hatten, konnten wir die Verhältnisse der Granuloseeinlagerung in allen Variationen verfolgen, derart, dafs unsere Vorstellungen über die Bedeutung des Vorganges eine bestimmte Form annehmen konnten. Wir konnten in der dritten Abhandlung den Nachweis führen, dafs diese Granuloseeinlagerung ins Innere des Individuums der betreffenden Zellen als eine biochemische Alteration des normalen Versporungsvorganges aufzufassen ist, in dem Sinne, dafs die sporulierenden Zellen infolge ihres besonderen Zustandes auf die Anwesenheit von Zucker mit Formveränderungen reagieren, die je nach der Entwicklung des Zustandes leichterer oder schwererer pathologischer Natur sind.

Dafs es sich in der Tat bei diesen halbdenaturierten Zuständen, beziehungsweise deren Trägern um Übergänge handelt, geht daraus hervor, dafs sich in dem Sporenmaterial solcher Kulturen der Zustand für Wiederholung der erwünschten Kulturbilder fixieren läfst, und dafs es regelmäfsig gelingt, aus den jungen Kulturen, die mit Zuhilfenahme von solchem durch Erhitzen von den vegetativen Formen befreiten Sporenmaterial angefertigt werden, durch Aussaat auf Zuckeragarplatten sofort Kolonien des völlig denaturierten Zustandes zu gewinnen.

Mit diesen beiden Zuständen, die nach dem eben erwähnten durch die Schlagworte »unbeweglicher« und »beweglicher Buttersäurebazillus« charakterisiert sind, ist aber der Formen- und Zustandskreis des Rauschbrandbazillus nicht erschöpft, sondern es zeigt sich, dafs der Rauschbrandbazillus noch in einen andern Zustand überzuleiten ist, der — und dies ist für uns an dieser Stelle das Entscheidende — die Gruppe der Buttersäurebakterien zwanglos mit den streng anaeroben Fäulniserregern verbindet, als deren Repräsentanten wir den von Bienstock seinerzeit trefflich beschriebenen Bac. putrificus ansehen.

Es kann anscheinend keinem Zweifel unterliegen, dafs der fäulniserregende Zustand des Rauschbrandbazillus schon lange bekannt ist, und dafs schon vor der ausführlichen Beschreibung des Klostridiumzustandes durch uns, von verschiedenen Autoren

die fäulniserregenden Eigenschaften des Rauschbrandbazillus beschrieben worden sind.

Wenn nun auch freilich der Verdacht nahe liegt, dafs es sich bei einer Anzahl von solchen Untersuchungen, insbesondere solchen, die mit leihweise überlassenen Laboratoriumskulturen angestellt wurden, nicht um Rauschbrandbazillen handelte, sondern um andere Bakterien, können wir doch nach unseren Untersuchungen heute mit Bestimmtheit sagen, dafs in der Tat Kulturen des echten Rauschbrandbazillus unter Umständen typische Fäulnis hervorrufen. Wir haben bereits in der dritten Abhandlung erwähnt, unter welchen Umständen dieser fäulniserregende Zustand zur Beobachtung kommt.

So konnten wir zeigen, dafs bei Übertragung von sporulierendem Material auf sterilen Muskel, in seltenen Fällen auch bei Übertragung in Milch energische Zersetzung der Eiweifsstoffe unter Auftreten von Fäulnisgasen zur Erscheinung kommt.

Im allgemeinen zeigt es sich zur Erreichung des angestrebten Zieles am zweckmäfsigsten, möglichst originäre Kolonien auf Nährböden zu übertragen, die keinen Zucker zugesetzt erhalten und leicht angreifbares Eiweifs enthalten. Recht charakteristisch ist es, dafs in solchen Kulturen insbesondere bei wiederholter Übertragung von Sporen enthaltendem Material auf neue gleichartige Nährböden oft überwiegend Stäbchen auftreten, die ausgesprochen endständig versporen und hierbei keine Granulose einlagern. Es gehört also zu diesem fäulniserregenden Zustand als morphologisches Korrelat ein Versporungsmodus, der durch endständigen Sitz der Spore gekennzeichnet ist.

Ein für die Stellung der Rauschbrandbazillen im System der Buttersäurebakterien wichtiger weiterer Fortschritt war es nun, als wir einen Gasphlegmonestamm in unsere Hände bekamen, der ebenso wie der Rauschbrandbazillus unter ähnlichen Kulturbedingungen nicht nur in einen unbeweglichen asporogenen Zustand überging, sondern auch einen lebhaft beweglichen Zustand besafs, in welchem er endständig versport. Wir haben

über diesen Gasphlegmonebazillus in unserer dritten Abhandlung berichtet und als bemerkenswert hervorgehoben, dafs in bestimmten Kulturen dieses Stammes, die von einer und derselben Kolonie aus einer Platte angelegt wurden, ein ausgesprochener Dimorphismus zur Beobachtung kommt, indem einerseits lebhaft bewegliche, schlanke, andererseits unbewegliche plumpe Stäbchen gleichzeitig auftreten. (Siehe Fig. 54 der III. Abhandlung.)

Diese Beobachtung veranlafste uns, in der gleichen Abhandlung die Frage aufzuwerfen, ob nicht ganz allgemein die bisher beschriebenen unbeweglichen anaeroben Bazillen vom Typus der Buttersäurebakterien (Fränkelscher Gasphlegmonebazillus, unser eigener »granulobacillus immobilis«) blofs unbewegliche Zustände denaturierter bzw. leicht denaturierbarer Buttersäurebakterien seien, deren sporogene bewegliche Zustände bisher nicht bekannt sind oder mit anderen Namen bezeichnet werden. Wir haben unter einem auch des näheren ausgeführt, unter welchen Bedingungen denn in der Natur und im Laboratorium bei Anreicherungsverfahren, die denaturierten Individuen dieser Bakterien zur Überwucherung gelangen.

Unsere zuerst am Rauschbrandbazillus, dann an einem Gasphlegmonebazillus erhobenen Befunde bezüglich des Vorkommens von denaturierten unbeweglichen Zuständen einerseits, von sporulierenden lebhaft beweglichen Zuständen andererseits, sind zum Teil ignoriert, zum Teil lebhaft bestritten worden. So behauptet v. Hibler noch in neuester Zeit, dafs er einen solchen Dimorphismus nicht wahrnehmen konnte. Nach v. Hibler besitzt der Rauschbrandbazillus keinen uubeweglichen Zustand, der Gasphlegmonebazillus keinen beweglichen. Aus der ganzen Mitteilung v. Hiblers ist allerdings zu sehen, dafs sich v. Hibler sehr wenig bemüht hat, die von uns angegebene Methodik in Anwendung zu bringen und so ist ihm offenbar auch dieser Dimorphismus entgangen. v. Hibler befindet sich, dies kann nicht genug betont werden, hiermit in einem schweren Irrtum, denn für das Verständnis der anaeroben Bakterien ist die Kenntnis dieses Dimorphismus, der einer ganzen grofsen Gruppe zukommt, von ausschlaggebender Bedeutung.

Inzwischen sind auch von anderer Seite Befunde mitgeteilt worden, welche die Richtigkeit unserer Anschauung beweisen. F. Passini hat sich speziell bemüht, Gasphlegmonestämme verschiedener Provenienz (hierunter befand sich auch ein Fraenkelscher Originalstamm) zur Sporulation zu bringen. Es ist ihm dies auf verschiedenen Wegen gelungen, teils durch Züchten auf im Druck erhitzten Ei-Nährböden, teils durch Kultur in Symbiose mit Bact. coli. (Siehe Wiener Klin. Wochenschrift 1906 Nr. 21.)

Das Wesentlichste bei derartigen verläſslichen Verfahren ist, daſs man auf möglichst zuckerfreiem Nährboden arbeitet und die Kulturen genügend lange im Brutschrank aufbewahrt, wobei für oftmalige Erneuerung des anaeroben Verschlusses (Buchnerrohr) vorgesorgt werden muſs. Nach Auftreten der ersten Sporen pasteurisiert man und überträgt auf gleiche Nährböden. Das an zweiter Stelle genannte Verfahren von Passini eignet sich anscheinend recht gut, um bei bereits wiedergewonnener Sporulationsfähigkeit sehr rasch zu Kulturen mit üppiger Versporung zu gelangen, auch scheint es, daſs so die sporulierenden Stäbchen besonders typisch und regelmäſsig endständig versporen.

In Fortführung des von uns eingeschlagenen Weges haben wir nun neuerdings Kulturen des unbeweglichen Buttersäurebazillus, die nach dem Botkinschen Verfahren aus Spontangärungen von unvollkommen sterilisierter Milch durch das Plattenverfahren isoliert wurden, in Untersuchung genommen. Wir sind hierbei folgendermaſsen vorgegangen: Aus der lebhaft gärenden Milch wurden Zuckeragarplatten gegossen und (von den letzten Verdünnungen) nach 24 Std. von einer wohl isolierten typischen Oberflächenkolonie neuerdings Platten angefertigt. (4 Verdünnungen.)

Von einer der wenigen auf der letzten Verdünnung gewachsenen Kolonien wurde als Ausgangspunkt der weiteren Züchtung abgenommen und in Zuckeragar-Stich übertragen. Nach 24stündigem Wachstum im Brutschrank wurde neuerdings auf gleichartigen Nährboden überimpft.

Es hatte die mikroskopische Untersuchung ergeben, dafs während dieser ganzen Kulturfolge in den Kolonien und Kulturen nur vollkommen unbewegliche plumpe asporogene Stäbchen vom Typus des unbeweglichen Buttersäurebazillus enthalten waren. Von dem Schlufsgliede der Reihe wurde nun auf erhitztes Rinderserum (Stich), ferner auf Ei-Nährboden (im Druck bei 2 Atmosph. 1 Std. erhitzt) übertragen. Die geimpften Eprouvetten wurden in je ein Buchnerrohr (mit KOH und Pyrogallol) eingeschlossen, in den Brutschrank gestellt und daselbst durch 8 bis 14 Tage belassen, wobei die O-absorbierende Pyrogallol-Laugenmischung alle 48 Stunden erneuert wurde. Nach 8 bis 14 Tagen zeigte die mikroskopische Untersuchung der Kulturen vereinzelte sporulierende Exemplare. Überträgt man nun von diesen Kulturen neuerdings auf gleiche Nährböden, so tritt nunmehr die Versporung viel früher (bereits nach 3—4 Tagen) ein, und es kommen viel reichlicher sporulierende Stäbchen zu Gesicht. Empfehlenswert ist es, vor dem Überimpfen $^1/_2$ Stunde auf 70° zu erhitzen.

Dabei beobachtet man nun, dafs sowohl in Einährböden als im erhitzten Serum im Laufe von Tagen eine recht weitgehende Erweichung, ja sogar ausgesprochene Verflüssigung eintritt, wobei die Kulturen einen fauligen, penetranten Geruch entwickeln. In den verflüssigten Serumproben treten gelegentlich grofse Drusen von Leucinkristallen auf.

Die Sporen, welche sich in solchen verflüssigenden Kulturen am Abschlufs der Vegetation vorfinden, eignen sich vorzüglich, in schlagender Weise die Eigentümlichkeiten des von uns beschriebenen Dimorphismus zu demonstrieren. Die bewegliche Form erhält man am sichersten, wenn man etwas von diesem Sporenmaterial auf die Mitte einer mit frisch ausgekochtem (zuckerfreien) und erstarrtem Nähragar beschickten Schale bringt. Gibt man nun die Schale in den anaeroben Verschlufs (H), so entwickelt sich, vom Zentrum ausgehend, ein schleierförmig sich ausbreitender Rasen, der lebhaft bewegliche Stäbchen enthält, die in den Gröfsendimensionen dem Bienstockschen Bazillus gleichkommen (s. w. u.). Überträgt man hiervon auf Agarstich, so bildet

sich ein mäfsig üppiger Stichfaden, nach 48 Stunden treten endständig an zahlreichen Stäbchen Sporen auf.

Es wird nach dem ganzen morphologischen und kulturellen Verhalten demnach anzunehmen sein, dafs in den Formenkreis derjenigen Bakterien, deren Teilzustände unter dem Namen Gasphlegmonebazillus, unbeweglicher Buttersäurebazillus, beschrieben worden sind, ein Zustand einzubeziehen ist, in welchem bewegliche Bakterien von der Art des Bienstockschen Bac. putrificus auftreten.

Dieser Übergang von unbeweglichen, plumpen, asporogenen Stäbchen zu sporulierenden Formen, der offenbar auch, wie man an dem verschiedenen Aussehen der Kulturen erkennt, mit einer Veränderung des Chemismus verbunden ist, läfst sich nun sehr schön durch die Analyse der im einzelnen Fall in den Kulturkolben gebildeten Zersetzungsprodukte verfolgen. Während die denaturierten Stäbchen den oft beschriebenen Stoffwechsel aufweisen, demnach die Eiweifsstoffe kaum verändern, aus Zucker Milchsäure, Buttersäure, Kohlensäure und Wasserstoff hingegen keine Alkohole bilden; während in Milch unter dem Einflusse der Entwicklung dieser Generation bekanntlich durch Säurewirkung das Kasein klumpig zur Ausscheidung kommt und ein Teil des Milchzuckers zu Säure (Buttersäure und Milchsäure) vergoren wird, ist das Zersetzungsvermögen der sporulierenden Generation ein völlig geändertes und zeigt, es sei dies hier vorweggenommen, ganz ähnliche Verhältnisse wie jenes der streng anaeroben Fäulnisbakterien.

Es läfst sich dies ebenso deutlich wie die Wandlung in der Morphologie an einem und demselben Stamme verfolgen, der ursprünglich denaturiert, dann durch geeignete Umzüchtung zu einem fäulniserregenden gemacht wurde. Die Stoffwechseländerungen sind in solchen Fällen immer sehr deutlich ausgesprochen, wie sich z. B. aus der Bestimmung der N-Zahl und des Milchzuckergehaltes in Milchkulturen ergab. Sie mögen in quantitativer Hinsicht — was demnach die Vollständigkeit und die Raschheit der Zersetzungsvorgänge anbelangt — nicht derart in die Augen springen wie die fermentativen Prozesse des

Bac. putrificus, eine qualitative Differenz liefs sich jedoch nicht feststellen.[1])

Wir wollen nun der Frage nähertreten, ob sich diese Fäulnisform des Gasphlegmonebazillus und des unbeweglichen Buttersäurebazillus vom echten Bac. putrificus vielleicht in morphologischer Hinsicht unterscheidet. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dafs gegenwärtig die Frage nach der Stellung des Bienstockschen Bazillus gegenüber den Buttersäurebakterien im Vordergrunde des Interesses aller Anaeroben-Forscher steht. Hat doch Bienstock selbst in jüngster Zeit die Frage in einer Publikation, mit welcher wir uns später noch beschäftigen müssen, aufgenommen.

Wenn wir darangehen, unsere Auffassung wiederzugeben, müssen wir uns zunächst etwas eingehender mit dem Bienstockschen Bazillus befassen.

Wir wollen dabei vorausschicken, dafs es uns keineswegs darum zu tun ist, diesen von Bienstock sehr gut beschriebenen Bazillus nochmals ausführlich zu beschreiben. Unsere Aufgabe kann nur darin bestehen, das Charakteristische des Bienstockschen Bazillus in Anlehnung an unsere vergleichenden Untersuchungen, die wir an den Buttersäurebakterien einerseits, an einer Reihe von Bac. putrificus-Stämmen andererseits angestellt haben, noch schärfer hervorzuheben.

Wenn wir uns in dieser Hinsicht zunächst an die erste Beschreibung Bienstocks halten, der wir in fast allen wesentlichen Einzelheiten zustimmen können, so wäre in erster Linie hervorzuheben, dafs es sich hier um ein anaerobes bewegliches Stäbchen handelt, das ausgesprochen endständig versport (Bienstock beschreibt, dafs unter gewissen Bedingungen z. B. bei Fibrinfäulnis regelmäfsig Trommelschlägerformen entstehen). Energische Verflüssigung von Gelatine unter Bildung von kugeligen Verflüssigungsherden, Verflüssigung von Blutserum, in beiden Fällen

1) In Milch kommt es (s. später) frühzeitig zu einer Peptonisierung des anfänglich in der Regel klumpig ausgeschiedenen Kaseins, während die Zersetzung des Zuckers nun derart geändert ist, dafs neben inaktiver Milchsäure, Buttersäure und Essigsäure auch Äthylalkohol gebildet wird.

unter Auftreten von Gestank, Wachstum auf Agaroberfläche in Form eines durchsichtigen zusammenhängenden Schleiers, im Agar- bzw. Zuckeragarstich in Form eines trüben schlanken Kegels, der sich nach unten verbreitert, charakterisieren den Bienstockschen Bazillus schon mit Hilfe der gewöhnlichen kulturellen Differenzierungsmittel sehr leicht.

In chemisch-biologischer Hinsicht wurde von Bienstock in erster Linie die Fibrinfäulnis einem Studium unterzogen, wobei als Zersetzungsprodukte: Schwefelwasserstoff, Pepton, Aminbasen, Leucin, Tyrosin, Fettsäuren, Paraoxyphenylpropionsäure beschrieben wurden. Indol fehlte stets, Kohlehydrate wurden nach Bienstocks Beschreibung vom Bac. putrificus nicht angegriffen. Da sich Bienstock in seiner Arbeit überhaupt fast ausschliefslich mit den Eigenschaften beschäftigte, die sein Bazillus in zuckerfreien Substraten entfaltet, und dort über die Kultivierung des Bazillus in Zucker-Agar oder anderen zuckerhaltigen Nährböden nur einige flüchtige Bemerkungen macht[1]), war zunächst ein Vergleich des Bac. putrificus mit den fäulniserregenden Zuständen des unbeweglichen Buttersäurebazillus kaum mit der wünschenswerten Sicherheit durchführbar.

Es sei hier nun jener Versuche Erwähnung getan, die schon vor mehreren Jahren von uns angestellt wurden und damals zur Aufstellung eines besonders bezeichneten Typus, des »fäulniserregenden Buttersäurebazillus« führten. Wie wir gleich vorausschicken wollen, haben alle späteren Untersuchungen die völlige Übereinstimmung dieser Art mit dem Bac. putrificus ergeben. Anläfslich unserer Bestrebungen, aus verschiedenen Materialien die spezifischen Milchsäurevergärer zum Wachstum zu bringen, gelang uns die Isolierung einer gröfseren Anzahl von sporentragenden Stäbchen, die zwar die Eigenschaften der Vergärung der Milchsäure nicht aufwiesen, jedoch derart prägnant von den von uns bis dahin beschriebenen Buttersäurebazillen sich unterschieden, dafs wir sie als eigene Art in unser

1) So sagt z. B. Bienstock S. 353, nachdem er das Wachstum seines Bazillus in Zuckergelatine und Agar beschrieben hat: In zuckerloser Gelatine und Agar ist das Wachstum in gleicher Weise üppig.

System einreihen konnten. Die Berechtigung, diese Formen zu den Buttersäurebazillen zu zählen, ergab sich andererseits ohne weiteres aus den wiederholt angestellten Gärversuchen. Lösliche Kohlehydrate, vor allem Dextrose, in 2 proz. Lösungen (mit Pepton-Bouillon) wurden durch die fäulniserregenden Buttersäurebazillen, abgesehen von den Gasen, in Milchsäure (inaktive), Buttersäure und Essigsäure, vergoren, aufserdem entstanden regelmäfsig kleine Mengen von Äthylalkohol.

Daneben aber entfalteten die untersuchten Stäbchen, die in morphologischer Hinsicht völlig dem Bac. putrificus glichen, die Fähigkeit, Eiweifsstoffe unter Bildung stinkender Fäulnisprodukte weitgehend abzubauen, eine Eigentümlichkeit, die eben für die Wahl des Namens dieser Gruppe ausschlaggebend war. Besonders charakteristisch war das Aussehen der Milchkulturen, indem das Kasein feinflockig gefällt und nach kürzester Zeit peptonisiert wurde.

Wir haben die bei der Eiweifszersetzung gebildeten Produkte nicht weiter untersucht, da uns dies von unserem Thema zu weit abgeführt hätte. Um aber zu erfahren, ob in Zuckerpeptonbouillon etwa auch aus dem Pepton (Wittesches Albumosengemisch) flüchtige Säuren gebildet würden, untersuchten wir in einem Falle den Ablauf der Zersetzung in zuckerfreier Peptonbouillon. Hierbei stellte sich heraus, dafs in der Tat aus dem Witteschen Pepton aufser fixen Säuren (Milchsäure u. a.) auch flüchtige Säuren gebildet wurden, wenn auch in relativ geringer Menge. Aus der Analyse der Silbersalze ergab sich, dafs mehrere flüchtige Säuren gebildet wurden, und dafs unter ihnen Kapronsäure und Propionsäure (Buttersäure?) überwogten. Es steht dieses Resultat insoferne in Widerspruch mit den Angaben Rodellas in seiner ausgezeichneten Arbeit über Anaerobe, als nach diesem Autor bei der Eiweifszersetzung (Kasein) durch die anaeroben Fäulnisbakterien immer nur eine flüchtige Säure (Kapronsäure, Valeriansäure etc.) entsteht. An der mitgeteilten Tatsache ist aber bei der Untrüglichkeit der angewendeten Methode nicht zu zweifeln, so dafs zumindest angenommen werden kann, dafs die bei der Kaseinfäulnis in Milch erhobenen Befunde

nicht verallgemeinert werden dürfen.[1]) Besonders hervorgehoben sei noch, dafs nach Rodellas Angaben und unseren eigenen Erfahrungen aus Eiweifs und seinen nächsten Abkömmlingen, wie auch der eben mitgeteilte Befund erkennen läfst, als höchst molekulare flüchtige Säure stets eine höhere Säure als Buttersäure gebildet wird. Es setzt uns dies in den Stand, einfach durch Analyse der ersten Fraktion der Silbersalze der flüchtigen Säuren einer von Buttersäurebakterien vergorenen Kultur, zu entscheiden, ob aufser den Kohlehydraten auch noch das Eiweifs intensiver angegriffen wurde, da aus den Kohlehydraten stets als höchst molekulare flüchtige Säure von allen bisher untersuchten Arten Buttersäure gebildet wird. (Jedenfalls entstehen hiebei nur Spuren höherer Säuren, die dem Nachweise entgehen.)

Vorstehender Versuch liefs demnach erkennen, dafs nicht alle in Zuckerpeptonbouillon gebildeten flüchtigen Säuren aus dem Zucker entstehen. Hierdurch war aber die Beurteilung der reinen Kohlehydratvergärung erschwert. Wir trachteten daher, in peptonfreier Zuckerbouillon eine Kultur des fäulniserregenden Buttersäurebazillus zu erzielen, was in einem Versuche bei Aussaat gröfserer Mengen gärender Vorkultur in etwa 1 l Nährlösung auch unschwer gelang. Die Gärung verlief bei strengem Luftabschlusse kaum weniger lebhaft als im peptonhaltigen Nährboden. Die Analyse der gebildeten Gärprodukte bestätigte unsere früheren Versuche, indem wir neben inaktiver Milchsäure und Äthylalkohol Buttersäure und Essigsäure nachwiesen. Es sei übrigens bemerkt, dafs es nicht in allen Fällen möglich war, den Bac. putrificus in peptonfreier Zuckerbouillon zum Wachstum zu bringen.

Im nachstehenden seien einige Protokolle, die das Gesagte illustrieren sollen, mitgeteilt.

I. Botkinsche Glocke. Fäulniserregender Buttersäurebazillus (Bac. putrificus Bienstock) in 1 l 1 proz. Peptonbouillon, Kreide. Nach 10 Tagen verarbeitet. (Methodik siehe die früheren Abhandlungen.) Die flüchtigen

1) Es steht dies vielleicht mit der Tatsache in Zusammenhang, dafs nach Hofmeister (Ergebnisse d. Physiologie I, 1 S. 772) das Kasein keinen Kohlehydratkern besitzt.

Säuren mit Barytlauge neutralisiert, mit Silbernitrat gefällt. 2 Fraktionen. I. Fraktion = 0,2462 g mit einem Ag-Gehalt von 47,4 %, II. Fraktion = 0,3661 g, Ag-Gehalt = 48,7 % (kapronsaures Silber = 48,4 % Ag). III. Fraktion Das Filtrat von den 2 Fraktionen wird nach Ausfällen des Silbers eingedampft und mit Silbernitrat im Überschusse gefällt = 0,269 g Silbersalz mit einem Gehalt von 55,5 % Ag. IV. Fraktion, durch Kristallisieren gewonnen = 0,6589 g, Ag-Gehalt = 59,0 % (Propionsaures Ag = 59,6 %.)

II. 1 l peptonfreie, 3 proz. Dextrosebouillon; fäulniserregender Buttersäurebazillus, Kreide. Nach 15 Tagen lebhaftester Gärung verarbeitet. 4,2 ccm Äthylalkohol. Die flüchtigen Säuren mit Natronlauge neutralisiert, eingedampft, mit Silbernitrat gefällt. 3 Fraktionen. I. Fraktion 0,263 g, Ag = 55,1 %. II. Fraktion ziemlich reichlich, nicht analysiert. III. Fraktion 0,310 g, Ag-Gehalt = 63,2 %. Die fixen Säuren mit Zinkkarbonat gekocht, filtriert, kristallisiert. Kristalle gelöst, mit Tierkohle gereinigt, polarisiert, optisch inaktiv. 0,430 g mit einem Zinkgehalt von 0,1435 g = 33,3 % ZnO (milchsaures Zink.)

Neuester Zeit ist nun eine Arbeit von Bienstock erschienen, in welcher der Autor auch Stellung gegenüber der Kohlehydratvergärung nimmt. Bienstock wendet sich in dieser Arbeit gegen unsere Behauptung, dafs der Bac. putrificus neben Eiweifs auch Kohlehydrate kräftig angreife und spricht auch neuerdings in Übereinstimmung mit Rodella dem Bac. putrificus die Fähigkeit der Kohlehydratvergärung ab.

Unter einem versucht Bienstock den Widerspruch dadurch zu erklären, dafs er folgendes angibt: Es gäbe neben dem Bienstockschen Bac. putrificus einen Bazillus, der ihm morphologisch vollkommen gleiche (gleiche Gröfse, gleiches kulturelles Verhalten, gleiche Beweglichkeit, gleiche Versporung etc.). Aber doch bestehe ein wesentlicher Unterschied darin, dafs dieser Bazillus (Bac. paraputrificus) in Milch geimpft in wenigen Stunden zur Entstehung eines harten Koagulums führe, während sich gleichzeitig eine geringe Quantität einer sauren, wasserklaren Molke abscheide.

Diesen Bazillus konnte Bienstock sehr häufig bei Anreicherung von Fäcesmaterial in Ascitesflüssigkeit züchten.

Des weiteren beschreibt Bienstock die Unterschiede im gärungsbiologischen Sinne zwischen Putrificus und Paraputrificus,

die vor allem darin bestehen, dafs eben dem Bac. paraputrificus die Fähigkeit zukomme, Traubenzucker und Milchzucker zu vergären (wobei Essigsäure, Milchsäure, Buttersäure, Kohlensäure und Wasserstoff gebildet würden, s. w. u.).

Es dürfte nun aber wohl kaum den Tatsachen entsprechen, wenn Bienstock glaubt, dafs unsere Angaben über das Verhalten des Bac. putrificus in zuckerhaltigen Nährböden auf den Umstand zurückzuführen sind, dafs wir nicht den Bac. putrificus sondern den »Bac. paraputrificus« in Händen hatten. Wir können Bienstock gegenüber betonen, dafs die seinerzeit von uns festgestellten Befunde (Münch. med. Wochenschr. 1901, Nr. 2) ebenso wie neuere Untersuchungen durchaus gegen eine solche Auffassung sprechen.[1])

Wir glauben nun, dafs der Bac. paraputrificus nicht als ein bisher nicht beobachteter Bacillus sui generis anzusehen ist, sondern dafs wieder einmal einer jener Buttersäurebazillen isoliert wurde, die doppelten Formenkreis besitzen. Entsprechend der besonderen Art der Anreicherung, welche bei der Isolierung eingehalten wurde und zur fäulniserregenden Form hinführt, kamen nicht Klostridien und nicht die plumpen unbeweglichen Stäbchen vom Typus des unbeweglichen Buttersäurebazillus, sondern offenbar solche Kulturen zur Entwicklung, die neben dem Chemismus auch die Bienstocksche Form aufwiesen. Das Verhalten bei Übertragung in Milch gibt für diese Anschauung den besten Anhaltspunkt, insofern hier bei der grofsen Neigung der Angehörigen unserer dimorphen Bakteriengruppe, in Milch unter prompter Ausfällung des Kaseins sich stürmisch zu vermehren, der wahre Charakter der Bakterien hervortritt.

Wir halten es überdies nicht für ausgeschlossen, dafs Bienstock seine Angabe. der Bac. paraputrificus gleiche morphologisch vollkommen dem Bac. putrificus stark modifizieren würde, wenn er noch einmal seine Kulturen genau durchmusterte und dabei insbesondere auf jene Verhältnisse Rücksicht nähme, die sich aus

1) So haben wir insbesondere hervorgehoben, dafs der von uns seinerzeit beschriebene fäulniserregende Buttersäurebazillus die Milch in der gleichen Weise wie der Bac. putrificus verändert (s. auch o.).

unseren bisherigen Forschungen über die dimorphen Buttersäurebazillen als besonders belangreich herausstellen.

Heben wir noch einmal die kulturell und biochemisch besonders bemerkenswerten Eigenschaften des Bienstockschen Bazillus hervor, so legen wir besonders auf folgende Merkmale Gewicht:

1. Beweglichkeit und peritriche Begeifselung;
2. grofse Tendenz zur Bildung typisch endständiger Sporen;
3. ausgesprochene Fähigkeit zum raschen weitgehenden Abbau von Eiweifs, zur Fibrin- und Leimverflüssigung;
4. der Bazillus bildet auf anaeroben Agarplatten keine scheibenförmigen, scharf abgegrenzten, kreisrunden Oberflächenkolonien, sondern schleierförmig sich ausbreitende Rasen.

Es sind aber nicht so sehr diese Merkmale an sich, welche den Bienstockschen Bazillus charakterisieren, als die Konstanz dieser Merkmale, die Beibehaltung dieser genannten Eigenschaften unter allen jenen Umständen, welche bei den näheren und entfernteren Verwandten unter den anaeroben Bakterien zur Denaturierung führen.

So lassen Angehörige der dimorphen Buttersäurebazillen auch dann, wenn sie durch geeignete Züchtungsfolgen zu ausgesprochener Fäulniserregung befähigt wurden, ihre Abstammung von leicht denaturierbaren oder denaturierten Bakterien sofort erkennen, wenn man die für die Denaturierung geeigneten Verfahren einschlägt.

Fertigt man z. B. von solchen Kulturen Zuckeragarplatten an, so erhält man mehr oder minder reichlich typische kreisrunde, scharfrandige Oberflächenkolonien, die Bazillen enthalten, welche durch Dimension und Neigung zur Kettenbildung den Typus des unbeweglichen Buttersäurebazillus erkennen lassen. Abimpfungen von hier auf Zuckeragar ergeben Verstärkung des unbeweglichen Zustandes.

Die Angehörigen der dimorphen Buttersäurebazillengruppe sind eben mehr oder minder leicht denaturierbar. Diese Denaturierbarkeit offenbart sich nun keineswegs immer bei dem bloſsen Überimpfen auf Zuckeragarstich von einer beliebigen Kultur, nicht darin liegt das Wesen der Erscheinung, daſs etwa bei diesem groben Verfahren des Übertragens der Kultur auf einen zuckerhaltigen Nährboden sofort die ganze Kultur den Typus des unbeweglichen Buttersäurebazillus gewinnt, wenn dies auch oft vorkommt.

Denn sehr häufig zeigt sich, daſs in diesen Fällen Dimorphie auftritt, indem die einzelnen Individuen auf den Reiz des Nährbodens (Zucker) verschieden reagieren.

(Die einen zeigen eine ausgesprochene Neigung, trotz der Anwesenheit des Zuckers in ihrem beweglichen Zustand zu verharren, die anderen aber antworten auf den Reiz prompt mit Verlust der Beweglichkeit und Dickerwerden.)

Das charakteristische der Denaturierbarkeit einer Kultur liegt darin, daſs jederzeit unter solchen Verhältnissen, wie sie z. B. Zuckeragar als Nährboden bei 37° schafft, einzelne oder viele Individuen aus der zarten beweglichen in die dicke unbewegliche Form umschlagen.

Demgemäſs ist auch begreiflicherweise das Zuckeragarplattenverfahren ein ganz vorzügliches diagnostisches Hilfsmittel, insofern schon das Auftreten von einzelnen scharf kreisrunden, kompakteren Oberflächenkolonien vom Typus der Kolonien des unbeweglichen Buttersäurebazillus den Charakter der in Untersuchung gezogenen Bakterienart, ihre Zugehörigkeit zur Gruppe der dimorphen Buttersäurebazillen verrät. (Den Typus dieser Kolonien gibt am besten Fig. 34, Tafel VI, sowie Fig. 70, Tafel XI, während Fig. 32, Tafel VI der dritten Abhandlung, einen Übergang des vorgenannten Typus zum »Schleierwachstum« auf der Oberfläche zeigt. Bei ausgesprochenem Schleierwachstum ist die Abgrenzung der Vegetation gegen den sterilen Nährboden viel weniger scharf, die Rasen sind dabei oft noch viel zarter.)

Diese scharfe Betonung der Wichtigkeit der »Denaturierbarkeit« der dimorphen Buttersäurebazillen steht durchaus im Ein-

klang mit der Tatsache, dafs sich der echte Bienstocksche Bazillus gegenüber den denaturierenden Einflüssen vollkommen refraktär verhält.

Besondere Erfahrungen setzen uns in die Lage, uns über diesen Punkt mit grofser Bestimmtheit auszusprechen. Wir haben vor etwa Jahresfrist eigens das Studium des Bienstockschen Bazillus von neuem aufgenommen, um zu ergründen, unter welchen Umständen denn dieser Bazillus zum Verlust der Beweglichkeit und Versporungsfähigkeit, zur Denaturierung zu bringen sei. Als solche Mittel versuchten wir unter anderen: fortgesetzte Übertragung junger Kulturen auf frische Zuckeragarnährböden, fortgesetztes Züchten bei der oberen Wachstumsgrenze (42—43° C), wiederholtes Übertragen von Oberflächenkolonien (Rasen), Kulturfolgen auf Milch.

Es gelang uns nun mit allen diesen Mitteln in keinem Fall bei dem Bienstockschen Bazillus eine Denaturierung zu erreichen. Entsprechend dem konstanten Besitz von gut färbbaren Geifseln, zeigten sich in den Zuckeragarnährböden die Individuen meist sehr lebhaft beweglich, ja selbst die nach den Angaben von Bienstock und nach unseren eigenen Untersuchungen oft retardierte Versporung auf Zuckeragar führte auch bei lange fortgesetzter Züchtung auf Zuckeragarserien niemals zu einem dauernden oder auch nur vorübergehenden Verlust der Sporulationsfähigkeit; es treten auch im Zuckeragar Sporen auf, und überträgt man irgendeine Kultur im Laufe dieser Züchtungsfolge wieder auf zuckerfreien Agar, so erhält man sofort wieder reichliche und typische Versporung.

Niemals kommt es nach unseren Erfahrungen bei dieser ihre Eigenart hartnäckig bewahrenden Bakterienart zum Auftreten von typischen, scharf umgrenzten, massigen, kreisrunden Oberflächenkolonien, sondern stets bilden sich (auch auf Zuckeragarplatten) mehr oder minder die ganze Oberfläche überziehende feuchte, meist durchsichtige und zarte Schleier.

Wir wollen nun auf die feineren Differenzen zu sprechen kommen, welche die morphologischen Verhältnisse bei der

Fäulnisform der dimorphen Buttersäurebazillen einerseits, beim echten Bac. putrificus andererseits aufweisen.

Es sollen diese Differenzen an der Hand einer ad hoc gewählten Versuchsreihe demonstriert und mit Hilfe der beigegebenen Photogramme erläutert werden.

Zunächst einige Worte über das Ausgangsmaterial.

I. Bac. putrificus Bienstock, von Dr. Passini überlassen; wiederholt auf im Druck sterilisierten Ei-Nährboden übertragen. Pasteurisiert. Reichlich Sporen = Ausgangsmaterial I.

II. Unbeweglicher Buttersäurebazillus aus Milch gewonnen, wiederholt über Zuckeragarplatten (Kolonien) gegangen, typisch denaturiert — sodann von einer typischen Kolonie auf im Druck sterilisierten Ei-Nährboden überimpft, nach 10 Tagen pasteurisiert, neuerlich auf gleichen Nährboden überimpft, nach einer Woche neuerlich pasteurisiert (enthält reichlich Sporen), sodann auf erstarrtes Rinderserum überimpft — (Serum schon nach 6 Tagen zum gröfsten Teil verflüssigt). Pasteurisiert. Reichlich Sporen = Ausgangsmaterial II.

Am 10. Juli 1906 werden 2 Agar- und 2 Zuckeragarröhrchen über der freien Flamme sorgfältig durch Auskochen von Luft befreit, rasch auf 45° abgekühlt und in Petrischalen ausgegossen. Unmittelbar nach dem Erstarren wird die Mitte der einzelnen Schalen mit je einer Öse von Ausgangsmaterial I bzw. II betupft.

Die Schalen kommen sofort in den anaeroben Apparat (siehe I. Mitt.), worauf dieser nach Entfernung der Luft und Ersatz derselben durch H sofort in den Brutschrank gestellt wird.

Nach 48 Stunden zeigen die aus dem Apparat herausgenommenen Schalen folgendes Bild:

Auf den Agarplatten von I u. II hat sich, vom Zentrum ausgehend, ein feuchter, durchscheinender Rasen mit fingerförmig gelappten unregelmäfsigen Rändern über die ganze Oberfläche ausgebreitet, der Rasen auf II ist etwas üppiger.

Auf der Zuckeragarplatte von I ist der Rasen in ähnlicher Weise entwickelt wie auf der Agarplatte von I, nur etwas stärker und weniger durchsichtig.

Ganz auffällig unterscheidet sich nun von diesen drei Platten die Zuckeragarplatte von II. Hier ist es nicht zur Bildung eines sich üppig ausbreitenden Rasens gekommen, sondern es hat sich in der nächsten Umgebung der Impfstelle eine nur etwa 4 mm im Durchmesser grofse, kreisrunde, nach aufsen scharf begrenzte, weifse, undurchsichtige, ziemlich üppige Vegetation entwickelt.

Hängende Tropfen, die von den Plattenrasen angefertigt werden, zeigen, dafs überall schlanke lebhaft bewegliche Stäbchen vorhanden sind, während die Vegetation in der Zuckeragarplatte von II anscheinend ganz überwiegend plumpe unbewegliche Ketten von grofsen Stäbchen enthält.

Fig. 1 und Fig. 3 der beigegebenen Tafeln zeigen Klatschpräparate von der Agar- bzw. Zuckeragarplatte von Ausgangsmaterial I (Bienstock), beide mit ganz verdünntem Gentianaviolett protrahiert gefärbt.

Wie man sieht, unterscheiden sich die Stäbchen nicht wesentlich von einander. Im allgemeinen trifft man in beiden Fällen Doppelstäbchen an mit abgerundeten freien Enden, hie und da Sporenanlagen, gelegentlich ein etwas intensiver gefärbtes, etwas dickeres Stäbchen mit abgerundeten Enden.

Ganz anders sind die Präparate aus den Agar- und Zuckeragarplatten des Ausgangsmateriales II.

Das Klatschpräparat Fig. 2 (= Agarplatte von Ausgangsmaterial II) zeigt Stäbchen, die in der Gröfse mit jenen von Fig. 1 (siehe oben) übereinstimmen. Ein Teil der Stäbchen ist auffallend dünner als die übrigen (dieses Verhalten ist leider bei dem Photogramm des Klatschpräparates, dessen Stäbchen in sehr verschiedenen Ebenen liegen, nicht so stark ausgesprochen, wie es der Wirklichkeit entsprich)t. Auch hier finden sich einzelne Stäbchen mit Sporenanlage, ein Stäbchen zeigt eine stärker entwickelte Spore mit zentralem gefärbten Korn.

Auffällig unterscheidet sich nun von allen diesen Präparaten das Präparat der Zuckeragarplatte von Ausgangsmaterial II. Hier sind fast ausschliefslich dicke plumpe Stäbchen, zum Teil lückenhaft gefärbt, vom Typus des unbeweglichen Buttersäurebazillus zu erkennen (Fig. 4). Der Zuckergehalt des Agars und das zwangsweise Wachstum auf der Oberfläche, das erfahrungsgemäfs die Sporulation dieser nicht »sporenfesten« Rassen verhindert, haben mit einem Schlage zur Denaturierung geführt.

Wir haben früher erwähnt, dafs die dimorphen Buttersäurebazillen im fäulniserregenden Zustand nicht unter Bildung von Klostridien, sondern in ähnlicher Weise versporen, wie der Bac. putrificus Bienstock. Nicht unerwähnt soll es bleiben, dafs schon Bienstock bei seinen positiven Versuchen, mit Hilfe von Rauschbrandbazillen Fibrin zu verflüssigen, die Beobachtung machte, dafs in diesen Vegetationen zum Schlufs Putrificusähnlich sporulierende Stäbchen erscheinen und so, wenn auch nur flüchtig und andeutungsweise es aussprach, dafs die charakteristische Form der Stäbchen in irgendeinem Zusammenhang mit ihrem Chemismus steht.

Bei genauerer Betrachtung zeigt sich nun, dafs trotz der grofsen Ähnlichkeit in der Sporulation doch feinere Unterschiede festzustellen sind.

Bienstock sagt in seiner ersten Arbeit über die Versporung des Bac. putrificus folgendes (S. 353):

»Die Sporenbildung ist eine endständige und zwar sowohl in der gewöhnlichen Form der Köpfchensporen, wobei der Breitendurchmesser der Sporen den des längeren oder kürzeren Stäbchens nur wenig oder gar nicht überragt, als auch in der charakteristischen Form der Trommelschläger. Bedingung für diese letzten ist hohe Brüttemperatur (39—40° C); darum sieht man sie in Gelatinekulturen selten oder gar nicht, ebenso selten aber in frischen Traubenzucker-Agarstichkulturen.

Dagegen treten sie sehr schön auf in frischen zuckerlosen Agarstichkulturen, in sehr alten Traubenzucker-Agarstichkulturen, in frischen 2—3 Tage alten, anaeroben Agaroberflächenkulturen,

in anaeroben Serumkulturen, und in besonders schöner Form dann, wenn dem Bazillus Gelegenheit gegeben ist, von seiner ihm eigentümlichen, später zu erwähnenden funktionellen Energie Gebrauch zu machen.«

Die beiden Photogramme von sporentragenden Bazillen, welche Bienstock seiner Originalarbeit beilegt, sind nicht imstande, uns ausreichend genaue Vorstellungen von der Beschaffenheit der sporulierenden Stäbchen zu geben; weder das erste Photogramm (alte Traubenzucker-Agarstichkultur) noch das zweite (frische anaerobe Agarstichkultur) zeichnen sich durch genügende Klarheit aus. Abgesehen von der schlechten Reproduktion, waren die Präparate bei der Aufnahme offenbar in Kanadabalsam eingeschlossen (was für die Erhaltung der Formen der sporulierenden Stäbchen sehr ungünstig ist) oder zu stark fixiert.

»Typische« Trommelschlägerformen sind auf keinem der Photogramme zu erkennen.

Hingegen möchten wir besonders auf einen Umstand Gewicht legen. Auffallend ist die in den Bienstockschen Originalphotogrammen anzutreffende grofse Gleichartigkeit in bezug auf Dicke, Gestalt und Intensität der Färbung, welche die einzelnen in einem Photogramm vereinigten Exemplare zeigen.

Dieselbe aufserordentliche Regelmäfsigkeit der Versporung und der bei dieser eintretenden Gestaltsveränderungen der Stäbchen konnten auch wir in unseren Kulturen des Bienstockschen Originalstammes feststellen.

So zeigt uns Figur 5 ein Präparat des Bac. putrificus aus einer 48 Std. alten anaerob gehaltenen Stichkultur (alkal. Agar). Das Präparat ist sehr vorsichtig fixiert, dann protrahiert mit stark verdünnter rein wässeriger Lösung von Gentianaviolett gefärbt und hierauf in Wasser eingeschlossen.

Man sieht bereits einzelne freie Sporen, aufserdem überwiegend Stäbchen, die an einem Ende eine bereits reife Spore tragen. Die Sporen sind oval. Bei genauem Zusehen sieht man, dafs das Sporenende der sporulierenden Stäbchen noch jenseits der Spore eine spitzzulaufende Fortsetzung hat.

Recht auffällige Unterschiede zeigt hingegen ein Präparat aus einer 48 Std. alten anaerob gehaltenen Stichkultur (alkal. Agar) des dimorphen Buttersäurebazillus. (Material II.) Figur 6.

Das hervorstechendste Merkmal ist die aufserordentliche Verschiedenheit der einzelnen Stäbchen. Wir sehen neben solchen Stäbchen, die in der Gröfse und Lagerung der Spore den sporulierenden Stäbchen von Fig. 5 gleichen, auffallend dünne schlanke Stäbchen, die rein endständig eine mehr kugelige Spore tragen, und demnach den Typus der Trommelschlägerformen sehr vollkommen repräsentieren. Daneben finden wir nicht selten Stäbchen, welche die reife Spore mittelständig tragen. Es soll nun hiermit keineswegs gesagt werden, dafs die einzelnen Formen, welche sich hier finden, nicht gelegentlich unter besonderen Kulturbedingungen auch beim Bienstockschen Bazillus zur Beobachtung kommen können. Doch liegt in dem Umstand, dafs unter den angegebenen Bedingungen die Versporung in einer und derselben Kultur ganz im Gegensatz zu dem Bienstockschen Bazillus unter so aufserordentlich wechselnden Bildern zur Entwicklung kommt, etwas für die dimorphen Buttersäurebazillen aufserordentlich Charakteristisches.

Wir konnten uns inzwischen auch überzeugen, dafs das Auftreten von ungemein schlanken, nach Art der Tetanusbazillen versporenden Individuen (oft in grofser Zahl) ein regelmäfsiges Vorkommnis darstellt, wenn man denaturierte Buttersäurebazillen zur Versporung bringt und diese Sporulation durch wiederholte Züchtung auf geeigneten Nährböden (s. o.) steigert.

Es gelingt nicht, diese schlanken Formen als solche zu isolieren, oder durch nicht aerobische Behandlung Kulturen zu erhalten, die ausschliefslich die Tetanusbazillenform aufweisen, so dafs es nahe liegt, dafs es sich hier wieder um degenerativ von der Norm abweichende Formen handelt, die als solche nicht fortpflanzungsfähig sind, sondern als Endstadien eines abnormen Entwickelungsganges betrachtet werden müssen.

Vielleicht gelingt es in der Zukunft, diese Formen fortpflanzungsfähig zu machen. Jedenfalls ist die Tatsache sehr

bemerkenswert, dafs durch diesen eigentümlichen Versporungsmodus die dimorphen Buttersäurebazillen morphologisch betrachtet, eine Verbindung mit den Tetanusbazillen herzustellen scheinen.

Wir wollen uns nun mit einer besonderen Spezialfrage befassen, die wir im Gange unserer fortlaufenden Untersuchungen wiederholt sehr eingehend behandelt haben und des Genaueren untersuchen, wie sich denn der Bienstocksche Bazillus und die dimorphen Buttersäurebazillen, bzw. die wieder zur Beweglichkeit und Sporulation gebrachten »unbeweglichen Buttersäurebazillen« hinsichtlich der Einlagerung von Granulose verhalten. Was die an zweiter Stelle genannten Bakterien betrifft, so ist nach unseren gegenwärtigen Kenntnissen das Auftreten von Granulose nicht immer mit dem Wiederauftreten der Sporulation zusammenfallend. Es zeigt sich nämlich, dafs im allgemeinen die fäulniserregenden Formen der genannten Bakterien eine sehr geringe Neigung zur Einlagerung von Granulose besitzen. Gibt man den Nährböden absichtlich Zucker hinzu, so beobachtet man statt des erwarteten Entstehens von Klostridien gewöhnlich eine völlige Denaturierung, indem die Sporulation ausbleibt und massenhaft plumpe dicke Stäbchen auftreten, die nicht selten (z. B. in Kulturen auf sterilem Rindermuskel, dem absichtlich 1—2 Tropfen 50 proz. Zuckerlösung zugesetzt waren) durch den Besitz von schönen Kapseln ausgezeichnet sind.

Es scheint geradezu gesetzmäfsig zu sein, dafs die Neigung zum Entstehen von granulosetragenden Klostridien um so geringer ist, je zahlreicher die Aufeinanderfolge von sporenlosen denaturierten Kulturen ist, welche den renaturierten Stamm von dem originären Zustand trennt.

Wir haben in unserer dritten Abhandlung eingehend erörtert, wie aufserordentlich konstant der Rauschbrandbazillus in seinem originären Zustand auf die Anwesenheit von Zucker in den Nährböden mit dem Auftreten von typischen und atypischen Klostridien reagiert, die mit Jod schwarzbraun oder schwarzviolett gefärbt werden können. Wir konnten zeigen, wie man das Auftreten von Klostridien besonders regelmäfsig und

reichlich beobachten kann, wenn man die in Spätgenerationen von Zucker-Kreide-Bouillon-Kolben auftretenden Sporen zur Aussaat verwendet.

Fig. 11 und 12 auf Tafel II zeigen, dafs die so erhaltenen Klostridien jeden Vergleich mit den Amylobakterklostridien aushalten.

Weitere Untersuchungen haben ergeben, dafs aber doch diese Neigung zur Granulosebildung häufig abnimmt, wenn man diese Sporen durch 1—2 mal wiederholte Überimpfung auf Zuckeragar denaturiert und die Kultur nun wieder versporen läfst (etwa auf sterilem Rindermuskel). Es treten nun wieder Sporen auf, man kann sogar durch wiederholte Übertragung auf geeignete Nährböden die Versporung sehr üppig machen, aber die Neigung zur Granuloseeinlagerung verschwindet. Sie verschwindet häufig auch, wenn man die ursprünglichen Sporen auf Rindermuskel überträgt und nun sehr oft in gleiche Kulturböden übertragend sporulieren läfst. Andererseits gibt es freilich Rauschbrandkulturen, die mit ungemein grofser Zähigkeit an der Klostridienbildung festhalten.

So hatten wir seinerzeit einen uns von Nocard überlassenen hochvirulenten Stamm in Händen, der umgekehrt durch zahllose Generationen von Zuckeragar gezüchtet, stets massenhaft Klostridien entwickelte, der überdies sehr schwer denaturierbar war. Dieser Stamm verhielt sich demnach den Amylobakterarten ungemein ähnlich. Wir sind selbstverständlich nicht in der Lage, zu entscheiden, ob es sich hier um Eigenheiten des Originalmateriales, oder um solche handelt, die durch besondere Behandlung der primären Kulturen — die ja so oft den Reinkulturen dieser anaeroben Bakterien einen bestimmten Stempel aufdrückt — handelt.

Im allgemeinen läfst sich aber, wie oben erwähnt, sagen, dafs die Neigung zur Granulosebildung um so eher anzutreffen ist, je näher die Kulturen dem originären Zustand stehen — dies gilt in gleicher Weise von den Rauschbrandbazillen wie von den übrigen dimorphen Buttersäurebazillen — und dafs bei renaturierten Buttersäurebazillen die Neigung zum Auftreten von Granulose

oft gänzlich fehlt, auch dann, wenn in zuckerreichen Nährböden Sporulation zustande kommt. Besonders klar sahen wir diese Verhältnisse ausgesprochen bei einigen Gasphlegmonestämmen, ferners bei einem Schaumleberfall, wo die primären Kolonien reichlich Granulose tragende Stäbchen enthielten. Wir müssen uns hier mit diesen Andeutungen begnügen. Die grofse Fülle der im Einzelfall möglichen Kombinationen auseinanderzusetzen, würde uns zu weit führen. Andererseits sollten aber alle mit dem Studium der Anaeroben beschäftigten Bakteriologen mit der Tatsache wohl vertraut sein, da sonst die Befürchtung naheliegt, dafs auch in Zukunft überflüssigerweise einige dieser Kombinationen als Bazillen unter neuem Namen beschrieben werden.

Der Bienstocksche Bac. putrificus zeigt entschieden keine grofse Neigung, mit Jod charakteristisch färbbare Zell-Bestandteile zu bilden. Ausgesprochene Klostridien konnten wir bisher in keinem Falle feststellen; tritt jodfärbbare Substanz auf, so geschieht dies in vereinzelten sporulierenden Stäbchen, nicht selten in der Weise, dafs sich die dunkel braunrot bis blau gefärbte Substanz in Form eines Halbmondes vorfindet, der die endständige Sporenanlage einscheidet. Das gleiche Verhalten beobachtet man gelegentlich bei den endständig sporulierenden Stäbchen der dimorphen Buttersäurebazillen im fäulniserregenden Zustand. Nicht selten zeigen auch die oben geschilderten, Tetanusbazillen ähnlichen ganz dünnen Stäbchen bei Jodfärbung eine halbmondförmig braunviolette Scheide um die Spore, daneben ist hier oft das ganze übrige Stäbchen mit Unterbrechungen violett oder braun gefärbt.

Um die hier vorgeführten Verhältnisse der Granuloseeinlagerung zu vervollständigen, erinnern wir nochmals an das über den Ödembazillus Mitgeteilte. Dieser Bazillus nimmt insofern eine Mittelstellung ein, als er einerseits eine ausgesprochene Verwandtschaft zum Bienstockschen Bazillus besitzt, andererseits aber doch den Buttersäurebazillen nähersteht. Dies kommt darin zum Ausdruck, dafs er (siehe dritte Abh.) wenigstens unter Umständen zu einer Art Denaturierung zu bringen ist, dafs er,

wenn auch selten, scharf abgegrenzte kreisrunde Oberflächenkolonien bildet und dafs seine Neigung zur Bildung jodfärbbarer Substanzen eine gröfsere ist. Wenn wir nun an die nähere Feststellung der Verwandtschaftsverhältnisse unserer Bakterien gehen, so wäre hier der Ort, nochmals auf die von uns oft betonte Tatsache hinzuweisen, dafs anscheinend bei den Anaeroben, die wir in Betracht gezogen haben, die primäre Kultivierung für die weiteren Schicksale, für den erblichen Verlust oder Gewinn von Eigenschaften eine grofse Rolle spielt, so dafs wir, wenn wir durch ein bestimmtes Anreicherungsverfahren die Suche nach einem bestimmten Bazillus einleiten, wir vielleicht durch dieses Verfahren als solches bereits modifizierend einwirken. Der Bazillus, den wir in Reinkultur zunächst erhalten, entspricht dann nicht mehr völlig dem Bazillus im Urmaterial, von welchem er abstammt, so dafs beispielsweise das Stigma der Denaturierbarkeit, das auch den Nachkommen der primären und abgeleiteten Sporen der denaturierten Buttersäurebazillen anhaftet, vielleicht durch die vorhergegangene einmalige oder mehrmalige Zwischenschaltung von denaturierten Kulturfolgen, wie sie unter den besonderen Bedingungen der Laboratoriumsreinkultur, möglicherweise ganz im Gegensatz zu den natürlichen Bedingungen erfolgt ist, besonders kräftig entwickelt und zu erblichem Besitz gemacht worden ist.

Nehmen wir andererseits an, dafs wir in der Lage gewesen wären, denselben Bazillus, der den Stammvater der vorgeschilderten Reinkulturen darstellt, durch ein Anreicherungsverfahren bzw. Isolierungsverfahren in Reinkultur zu erhalten, das der Denaturierung ungünstig ist, so hätte vielleicht der nunmehr auf zuckerfreien Nährböden fortgezüchtete anaerobe Bazillus dauernd und hartnäckiger Eigenheiten beibehalten, die ihn anscheinend dem Bac. putrificus viel näher verwandt erscheinen lassen.

Wir wollen versuchen, in Form einer kurzen Skizze einen Überblick über die Beziehungen der von uns untersuchten anaeroben Bakterien zu geben. Die Skizze stellt gleichzeitig den Versuch vor, in einem Spezialfall chemisch und mor-

phologisch genau studierte Bakterien in ein System zu bringen, das nicht auf Grund von einzelnen in die Augen springenden morphologischen oder chemischen Eigenschaften der Bakterien aufgebaut ist, sondern die verwandtschaftlichen Beziehungen berücksichtigt, wie sie sich durch das Studium der Reaktionsbreite ergaben, in welcher die einzelnen untersuchten Arten auf verschiedene (z. B. denaturierende) Reize antworten. Wenn dabei die Abgrenzung der einzelnen Arten von einander auch weniger scharf ist, als dies bei den meisten ebenso einfachen wie willkürlichen künstlichen Bakteriensystemen der Fall ist, so möge dieser Umstand doch andererseits die Hoffnung erwecken, dafs wir uns hiemit wenigstens im engen Rahmen einem System nähern, das auf Morphologie, Chemie, und experimentell-biologischer Methode aufgebaut ist.

(Siehe die Skizze auf S. 72.)

Aus unserer Darstellung ist zu entnehmen, dafs wir den Bienstockschen Bazillus und den beweglichen Buttersäurebazillus als zwei scharf getrennte Typen einander gegenüber stellen. Beide sind als verhältnismäfsig wenig variable Bakterienarten zu bezeichnen. Zwischen beiden steht die Gruppe der dimorphen Buttersäurebazillen, die durch Zustand III (Fäulniserreger) mit dem Bienstockschen Bazillus, durch Zustand II (Klostridiumform) mit dem beweglichen Buttersäurebazillus zusammenhängt, während der asporogene Zustand I eine besondere, ziemlich selbständige Gruppe darstellt.

Eine besondere Stellung weisen wir dem Ödembazillus zu, der durch seine Fähigkeit, Fäulnis hervorzurufen und aus Zucker Äthylalkohol zu bilden, zu dem Bienstockschen Bazillus, durch seine verhältnismäfsig gröfsere Neigung, mit Jod dunkel färbbare Substanzen zu bilden, zu dem beweglichen Buttersäurebazillus, durch seine wenn auch geringe Fähigkeit, zu denaturieren, zu den dimorphen Buttersäurebazillen verwandtschaftliche Beziehungen aufweist, weshalb wir ihn an die Spitze unseres Systems stellen.

Sporenfest, schwer denaturierbar, mäfsige Neigung zur Granulose-einlagerung, Peptonisierer, Eiweifszersetzer, vergärt Kohlehydrate, bildet Äthylalkohol, **Ödembazillus.**

Sporenfest, nicht denaturierbar.
Sporen endständig, geringe Neigung zur Granulose-einlagerung, kräftiger Peptonisierer und Eiweifszersetzer, vergärt Kohlehydrate, bildet Äthylalkohol:
Anaerober Fäulnisbazillus.
Repräsentant: Bienstocks B. putrificus.

Sporenfest, nicht denaturierbar.
Grofse Neigung zur Granulose-einlagerung und Klostridien-bildung, peptonisiert nicht, vergärt Kohlehydrate, bildet viel Buttersäure.
Anaerober beweglicher Buttersäurebazillus.
Repr.: Amylobakter Gruber, Kleckis B. saccharobutyricus etc.

Denaturierbar.
Gruppe der **dimorphen Buttersäurebazillen.**
Repr.: Rauschbrandbazillus, (hieher gehören auch: Bac. butyric. Botkin, dimorpher Gasphlegmonebazillus, Bac. sporogenes Klein, wahrscheinlich Bienstocks B. paraputrificus und andere).

Von hier abgeleitete Zustände mit mehr oder minder ausgesprochener Selbständigkeit.

III
Köpfchensporenform, geringe Neigung zur Granulose-einlagerung, Peptonisierer, Eiweifszersetzer, vergärt Kohlehydrate, bildet Äthylalkohol (Fäulnisform der dimorphen Buttersäurebazillen).

I
Denaturierter, unbeweglicher, asporogener Buttersäurebazillus, (Fränkelscher Gasphlegmonebaz., Flügges perlmutterartig glänzende Kolonien bildender anaerober Milchbazillus).

II
Klostridiumform, nicht peptonisierend, Granulose bildend, ähnlich dem beweglichen Buttersäurebazillus (manche Gasphlegmonebazillen).

⇄ = Übergang bez. Überführbarkeit.
⟷ = Verwandtschaft.

Anhang.

Von R. Grafsberger.

Im vorstehenden wurde versucht, auf Grund unserer Arbeiten über Buttersäuregärung den Versuch einer Gruppierung zu einem natürlichen Verwandtsschaftsystem zu unternehmen.

Wir beschränkten uns hierbei auf die bisher sicher gestellten Formen und Zustände, in welchen die betreffenden Bakterien streng anaerob erscheinen.

Wir wollen aber nicht unterlassen darauf hinzuweisen, dafs dieses Verwandtschaftssystem, dessen Knotenpunkt, wie aus dem Schema ersichtlich ist, von den dimorphen Buttersäurebazillen dargestellt wird, anscheinend noch in hohem Mafse erweiterungsfähig ist, wenn einmal der ganze Formenkreis der aeroben Zustände, die sich von diesen anaeroben Bakterien ableiten lassen, erschlossen sein wird.

Es wurde bereits vor Jahresfrist in diesem Archiv ein solcher Spezialfall beschrieben (R. Gr. über Anpassung und Vererbung bei Bakterien Arch. f. H. Bd. L III) und gezeigt, unter welchem Bilde ein aerober Zustand des Rauschbrandbazillus zur Entwicklung kommt.

Im vorliegenden Falle wurde ein fakultativ aerobes Stäbchen gezüchtet, das, anaerob zurückgeimpft, prompt endständig versport und beim Wachstum im Kondenswasser der Kulturröhrchen charakteristische Schnörkelformen bildet.

Dafs es sich im vorliegenden Falle um eine Übergangsform handelt, die als solche ihre Eigenheiten fest bewahrt, bewies die prompte eigentümliche Veränderung, welche diese Stäbchen, an der Oberfläche aerob gezüchtet, erfahren, indem in den älteren Kolonien (48 Std.) Ketten auftreten, die im Extrem unbeweglich und auffallend dick sind. (Milzbrandbazillen-Formen.)

Gleichzeitig bilden die Kolonien Ausläufer mit zopfigen Geflechten (unbeweglicher asporogener aerober Zustand eines Angehörigen der dimorphen Buttersäurebazillen).

Es ist nun interessant, dafs bei Übertragung von Kolonien dieser dicken unbeweglichen Stäbchen auf neue Nährböden bereits die jungen Kolonien die Milzbrandform zeigen,

dafs also der degenerative Zustand erblich geworden ist, wenigstens für aerobe Verhältnisse, während andererseits bei Rückübertragung einer solchen 12—20 mal aerob fortgeführten denaturierten Kultur in Agarstich (anaerob) sofort wieder eine Vegetation entsteht, die aus zarten, lebhaft beweglichen, endständig sporulierenden Stäbchen besteht. (Siehe die oben zitierte Abhandlung.) Das charakteristische Wachstum im Kondenswasser (Schnörkelform), entsprechend einem Mittelzustand zwischen aerobem und anaerobem Zustand, ist bei dieser Reinkultur ein völlig konstantes, und es hat sich diese Eigentümlichkeit auch bisher trotz der verschiedensten Weiterbehandlung von Kulturserien nicht verändert.

Ich habe bereits in dieser ersten Mitteilung angedeutet, dafs der im vorstehenden beschriebene aerobe Rauschbrandbazillus nur einen Spezialfall darstellt, und kann heute darauf hinweisen, dafs in der Tat die von einzelnen Stämmen des Rauschbrandbazillus erhaltenen aeroben Formen keineswegs in allen Einzelheiten identisch sind.

Im allgemeinen scheint es, dafs solche Zustände, die zur Fäulniserregung neigen, sich noch am leichtesten in die aerobe Form überführen lassen (dies gilt auch von den übrigen Vertretern der dimorphen Buttersäurebazillen), dafs weiters die Überführung bei lange künstlich anaerob fortgezüchteten Stämmen nicht durchführbar ist, dafs endlich die Schwierigkeiten, welche sich der Umzüchtung in aerobe Formen entgegenstellen, besonders hochgradig sind, wenn es sich um Kulturen handelt, die zur Granuloseentwicklung neigen.

Gleichzeitig soll bemerkt werden, dafs bisher nur die Umzüchtung von Angehörigen der dimorphen Buttersäurebazillen gelungen ist, hingegen alle Versuche, den Bac. putrificus Bienstock, oder den beweglichen Buttersäurebazillus (Amylobakter) aerob zu machen, mifslungen sind. (Als Kriterium der Aerobiose sehen wir Oberflächenwachstum auf aerob gehaltenem Schrägagar oder Agarplatten an. Wachstum in Kondenswasser von aerob gehaltenen Agarröhrchen als »aerobes Wachstum« zu bezeichnen, wie es in neuerer Zeit von einer Seite wieder geschehen ist, ist fehlerhaft.)

Was nun die einzelnen, durch Überführung in Aerobiose erhaltenen Kulturen betrifft, so kann hier nur flüchtig auf einige

Einzelheiten aus der grofsen Zahl der Befunde, welche einer späteren Publikation vorbehalten sind, hingewiesen werden. Im allgemeinen erhält man häufig Kulturen, die auf Agaroberfläche eben sichtbare zarte, durchsichtige Kolonien liefern und lebhaft bewegliche Stäbchen enthalten. Diese aeroben Kolonien entwickeln niemals Sporen; überträgt man auf Agarstich, so erhält man endständig sporulierende Stäbchen. Nicht in allen Fällen sind die oberflächlich wachsenden Stäbchen zur Denaturierung zu bringen, meist kommt es nach 48 Stunden zum Auftreten von zopfförmigen Ausläufern, es treten auch Scheinfäden und auffallend dicke Stäbchen auf, aber die Denaturierung ist nur partiell und nicht erblich, insofern bei Neuübertragung die primär entstehenden Kolonien zart sind und schlanke bewegliche Stäbchen enthalten.

Auch die Schnörkelformen im Kondenswasser kommen nicht sämtlichen aerob gemachten Stämmen zu, und gelingt es nun ausnahmsweise einen anaeroben Stamm, der noch ausgesprochene Neigung zur Klostridienbildung hat, zu aerobem Wachstum zu bringen, so zeigen die Individuen der primären aeroben Kulturen eine ganz erstaunliche Neigung auf verschiedenen Nährböden ihre Form den jeweiligen Bedingungen entsprechend zu verändern. Wir hatten einen solchen Stamm in Händen, der mit Beibehaltung der Pathogenität in die aerobe Form übergeführt wurde. Die primäre aerobe Kultur, die bei Rückimpfung in Agarstich sofort sporulierende Stäbchen, bei Impfung in Zuckeragar sofort denaturierte unbewegliche Stäbchen lieferte, führte bei Übertragung auf Zuckeragaroberfläche zur Entstehung einer Vegetation, die aus stark geschwollenen klostridiumartigen Zellen bestand, die sich mit Jod intensiv rotbraun färbten (aerobe sterile Klostridien).[1])

Übertrug man nun die primären sowie die späteren Kulturen auf Agar mit erhöhtem Salzgehalt, so entstanden vibrionenartige Individuen (siehe Fig. 7). Auch die auf gewöhnlichem Agar (Oberfläche) gezüchteten Kulturen, die auch hier asporogen waren, zeigten bei höheren Temperaturen nach 24 Stunden neben den

---

1) Die Empfindlichkeit gegenüber dem Zucker schwindet schon in der zweiten Generation auf Zuckeragar. Es entstehen keine Klostridien mehr (vollzogene Anpassung an die Aerobiose und den Zuckergehalt.)

schlanken Stäbchen gekrümmte Formen mit beträchtlichem Dickendurchmesser, zum Teil spitzzulaufenden Enden und eigentümlicher Struktur der Zellsubstanz, indem die chromatische Substanz in einzelne Körner retrahiert ist (wahrscheinlich eine Abnormität, die mit der Sporenbildung der Vorfahren genetisch zusammenhängt. (Siehe Fig. 7.)

Zum Schlusse sei noch ein Experiment angeführt, das uns die besondere Reizbarkeit dieser frisch aus der Anaerobiose zur Aerobiose gelangten Kulturen zeigt.

Wie erwähnt, reagiert unsere Ubergangskultur auf erhöhten NaCl-Gehalt mit Schlängelung, auf erhöhten Zuckergehalt mit Anschwellung der einzelnen Individuen. Kombinieren wir beide Einflüsse und züchten wir auf Zucker-Salzagar, so bilden sich (bei niederer Temperatur) auf dem Kondenswasser in 5—8 Tagen zähe, flottierende Membranen, die aus einem eng verfilzten Rasen von Organismen bestehen, wie sie uns Fig. 10 nur in bescheidener Ausbildung zeigt.

In extremen Fällen besteht das Einzelindividuum aus einer grofsen, 5—10 Mikren im Durchmesser haltenden Kopfzelle, die im Inneren Vakuolen besitzt und von einer doppelt konturierten Kapsel umgeben ist, und einem ungefähr 2—4mal so langen, spitz zulaufenden Schwanzstück, das sehr häufig durch eine verbreiterte Partie sich halsartig an die Kopfzelle anschliefst. Die Kopfzelle weist eine mannigfache Differenzierung auf, die sich bei den einzelnen Individuen regelmäfsig wiederholt, wobei vor allem häufig ein rötlich glänzender stark lichtbrechender Ballen auffällt.

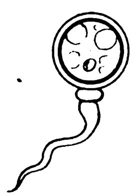


Bild Nr. 10 auf der Tafel II zeigt, wie erwähnt, mehrere solcher Gebilde in der Entwicklung. (Präparat mit Methylenblau gefärbt, in Wasser eingeschlossen photographiert, Vergr. 1000.) Wir stellen das Photogramm zwischen Bild 8, das die geschlängelten Formen aufweist, die unter dem Einflufs des erhöhten Salzgehaltes entstehen und Bild 9, das Klostridien darstellt, wie sie bei Buttersäurebazillen auf den Reiz des Zuckers gebildet werden, wobei wir des Beispiels halber stark differenzierte anaerobe Klostridien vom Amylobaktertypus wählen.

Unser Pseudoorganismus verdankt also seinen Kopf der degenerativen Einwirkung des Zuckers, den Schwanz der Einwirkung des Salzes. Berücksichtigt man, dafs es, abgesehen vom bestimmten Salz- und Zuckergehalt des Agars, der ziemlich genau eingehalten werden mufs, auch darauf ankommt, dafs die zur Züchtung bestimmte Kultur sich in einem geeigneten reaktionsfähigen Zustand befindet, den diese von der Anaerobiose zur Aerobiose übergeleiteten Bakterien in den nachfolgenden Generationen oft bald verlieren, so läfst sich nicht verkennen, dafs diese Gebilde kaum als höher organisierte Abkömmlinge von Spaltpilzen zu betrachten sind. Immerhin verdienen sie als experimentell-pathologisch erzeugte Karikaturen unser Interesse. Die drei Zellen, die als Kopf, Hals, Schwanz an unseren Pseudoorganismen den Scheinfaden zusammensetzen, zeigen, dafs bei der Entstehung des Gebildes vorne der degenerative Einflufs des Zuckers, rückwärts der Einflufs des Salzes dominiert. Bemerkenswert ist es, dafs bei wiederholter Übertragung der Kulturen zwar die charakteristische Empfindlichkeit gegenüber dem Salzgehalt bestehen bleibt, aber — offenbar infolge der vollzogenen Anpassung an die neuen Lebensbedingungen — die nach allen anderen Erfahrungen viel weniger beständige Empfindlichkeit gegenüber dem Zucker schwindet. Es entstehen nunmehr nur kopflose, geschlängelte Gebilde. Der Wert derartiger Experimente besteht offenbar darin, dafs sie uns auf dem Wege der Zufuhr geeigneter Reize einen Einblick in die verschiedene Dignität der einzelnen Teile der normalerweise nicht differenzierten Glieder eines Scheinfadens geben. Dadurch, dafs wir in sorgfältigen Studien festzustellen suchen, in welchen Zuständen unsere Spaltpilze überhaupt geeignet erscheinen, auf äufsere Reize mit auffälligen Formveränderungen zu reagieren, gewinnen wir allmählich immer mehr Hilfsmittel, um Plasmadifferenzierungen in der mannigfaltigsten Weise auf künstlich-biologisch-experimentellem Wege zu erzeugen.

Hierfür konnten wir ja in den letzten Jahren zahlreiche Beispiele bringen, und es scheint uns, als ob dieser Weg der experimentell-biologischen Differenzierung mehr Aussichten für

die Zukunft biete, als die vielen Versuche, über die Struktur normaler Spaltpilze durch Anwendung komplizierter Färbungsmethoden Aufschlüsse zu bekommen.

Was aber die Frage betrifft, ob die von uns angegebenen Experimente uns in der Zukunft einen Einblick in die Entstehung von höher organisierten Organismen aus Spaltpilzen erhoffen lassen, so läfst sich diesbezüglich wohl folgendes sagen:

Wir sind gewifs imstande, die auch unserem bewaffneten Auge sich entziehende rätselhafte Anordnung des Plasmas der normalen Bakterien zu beeinflussen, wir können durch Verhinderung der Anpassung das Plasma auf mannigfachste Weise in Unruhe versetzen, wir können durch methodische Anwendung von Ernährungs-Reizen auf Stäbchen, die sich z. B. infolge eingeleiteter Versporung oder ähnlicher Vorgänge in einem besonders reaktionsfähigen Zustande befinden, in das einförmige Bild Abwechslung und Differenzierung bringen, wir können schliefslich durch Anwendung raffinierterer Mittel auch Pseudoorganismen mit Kopf und Schwanz, Vakuolen, Kapseln etc. erzeugen, aber wir sind nicht imstande, die Bedingungen nachzuahmen, unter welchen der in Unordnung versetzte Zellmechanismus eine neue Ordnung annimmt, die den kranken Organismus in einen wirklich gesunden und fortpflanzungsfähigen verwandelt.

Defshalb müssen wir uns wohl nach wie vor mit der Rolle des »Störenfriedes« begnügen.

Literatur.

Bienstock, Über die Ätiologie der Eiweifsfäulnis. Arch. f. Hyg., Bd. 36 u. 39.

— Bacillus putrificus. Annales de l'Institut Past., 1906.

Grafsberger u. Schattenfroh, Über Buttersäuregärung I—III. Dieses Archiv, Bd. 37, 42, 48.

— Münchener med. Wochenschrift, 1901.

Grafsberger, Über Anpassung und Vererbung. Dieses Archiv, Bd. 53.

Rodella, Sur la différenciation du »Bacillus putrificus« et ...... Annales de l'inst. Past., 1905.

Achalme, Bacilles anaérobies et leur différenciation Annales de l'inst. Past. 1902.

v. Hibler, Referat, erstattet am Naturforschertag in Meran 1905.

Passini, Wien. klin. Wochenschr., 1906.

Über die Desinfektion infektiöser Darmentleerungen.

Von

Dr. **M. Kaiser**, Assistent.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Graz.)

I. Einleitung.

Wenn Koch[1]) in einem Vortrag über »Die Bekämpfung des Abdominaltyphus« diesen eine Krankheit nennt, deren »Verbreitung fast ganz von der Art und Weise abhängt, wie man mit den Fäkalien verfährt«, so gilt das nicht nur für den Typhus, sondern auch für Dysenterie und Cholera, kurz für alle jene Krankheiten, deren Erreger mit den Fäkalien in die Aufsenwelt gelangen und mit diesen überallhin verschleppt werden können.

Eine solche Verschleppung jedoch nach Tunlichkeit zu vermeiden, war seit dem genaueren Bekanntwerden der Verbreitungsweise der genannten Krankheiten stets eine der ersten hygienischen Bestrebungen, und der Nachdruck mit dem allenthalben auf die Unschädlichmachung infektiöser Ausscheidungen hingewiesen wird, läfst deutlich erkennen, wie grofs die Bedeutung der Fäkalien-Desinfektion in der Prophylaxe ansteckender Krankheiten ist. Ob sich diese Desinfektion auch auf die Abgänge von Rekonvaleszenten und Bazillenträgern zu erstrecken hat, oder ob man sich nach Gärtner[2]) lediglich mit der Desinfektion von Fäkalien der »notorisch Kranken« zufrieden geben soll, darüber scheinen die Ansichten geteilt zu sein, jedenfalls besteht ganz allgemein die Forderung, dafs die in besondere

Geschirre entleerten Stühle der Typhus-, Ruhr- und Cholerakranken einer gründlichen Desinfektion bedürftig sind, und dieses Verfahren »einem langsamen Zugrundegehen durch natürliche Einflüsse entschieden vorzuziehen ist.« So sehen wir denn auch, dafs jede der zahlreichen Vorschriften über Desinfektion sich auch mit der Desinfektion von Fäkalien befafst und mehr oder weniger genaue Angaben über deren praktische Handhabung macht, welche im grofsen Ganzen nicht so sehr, was die Konzentration der Lösungen anlangt, als in bezug auf die Dauer deren Einwirkung von einander abweichen.

Von den zahlreichen anempfohlenen Desinfektionsmitteln, als: Kupfer-, Eisenvitriol, schwefelsaures Zinkoxyd, Schwefelsäure, Salzsäure, Laugen, Kalkmilch, Chlorkalk, Sublimat, den verschiedenen Teerpräparaten u. a. m., haben sich bis in die neueste Zeit hinein nur noch die Kresole und die Kalkmilch zu erhalten vermocht. Selbst die Verwendung des Chlorkalks erscheint nach Mosebachs[3]) Untersuchungen im Flüggeschen Institut illusorisch, da verschiedene Proben einen äufserst schwankenden Chlorgehalt aufweisen, und der als Kriterium für die Güte dieses Desinfektionsmittels geforderte starke Chlorgeruch »keineswegs einen irgend zuverlässigen Mafsstab für den Gehalt an wirksamem Chlor abgibt.«

Von den Kresolen steht das Kresolwasser am meisten in Verwendung. Zu seiner Herstellung schreibt das deutsche Arzneibuch eine Mischung von 1 Gewichtsteil Kresolseifenlösung mit 19 Gewichtsteilen Wasser unter Umschütteln vor. Mit dieser 5proz. Lösung werden nach dem »Typhusmerkblatt« aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte »Ausleerungen, Erbrochenes, Harn und dergleichen zwecks Desinfektion«, zu gleichen Teilen gründlich gemischt. Diese Mischung mufs mindestens eine Stunde stehen, bevor sie fortgegossen werden darf.«

Die gleiche Vorschrift in bezug auf Konzentration finden wir in der »Anweisung des Bundesrats zur Bekämpfung der Cholera vom 28. Januar 1904«, nur ist hier die Desinfektionsdauer auf das Doppelte, nämlich zwei Stunden angesetzt. »Die Desinfektionsflüssigkeit ist in mindestens gleicher Menge den

Ausscheidungen zuzusetzen und mit ihnen gründlich zu verrühren. Die Gemische sollen mindestens zwei Stunden stehen bleiben und dürfen erst dann beseitigt werden.«

Eine ähnliche Vorschrift für Desinfektion von Stuhlgängen gibt Czaplewski[4]). Allerdings gilt dieselbe nicht für Kresolwasser sondern für Lysol. »Für Desinfektion dienen entweder gleiche Teile 5proz. Lysollösung (3—6 Stunden oder länger im Eimer stehen lassen) oder gleiche Teile Kalkmilch oder Chlorkalkbrei.« Die Dauer der Desinfektion ist in Czaplewskis Vorschrift nicht genau festgesetzt. »3—6 Stunden oder länger.« Da eine genaue Angabe darüber fehlt wann die Stühle durch längere Zeit zu desinfizieren sind, so wird sich die Warteperson infolge des häufigen Mangels an Geschirren in den meisten Fällen mit der kürzeren Einwirkungsdauer begnügen und die Desinfektion wird möglicherweise eine unvollständige sein.

In der »Dienstvorschrift für die Desinfektionsanstalten der Polizeibehörde zu Hamburg vom 20. April 1904« lautet die für Entleerungen geltende Verordnung folgendermaſsen:

»Die Ausscheidungen und Entleerungen der Kranken (Erbrochenes, Stuhlgang, Blut und Urin, Wunden- und Geschwürausscheidungen, Auswurf und Nasenschleim werden mittels Chlorkalk oder Kalkmilch desinfiziert. Von der — — — Chlorkalklösung muſs mindestens 1 Teil auf je 100 Teile der zu desinfizierenden Flüssigkeit zugesetzt werden, von der — — — Kalkmilch mindestens 1 Teil auf je 25 Teile der zu desinfizierenden Flüssigkeit. In allen Fällen darf die Flüssigkeit erst nach zwei Stunden abgegossen werden.«

Die Hamburger Vorschrift, die in betreff der Kalkmilch die gleiche Zeit erfordert wie die meisten übrigen Vorschriften, verlangt eine gröſsere Menge Desinfiziens (1 Teil auf je 25 Teile). Die letzten Vorschriften über Fäkalien-Desinfektion bringt meines Wissens das preuſsische Gesetz, betreffend die Bekämpfung übertragbarer Krankheiten, vom 28. August 1905.[5])

In der Anlage 5 II. Anwendung der Desinfektionsmittel im einzelnen, heiſst es Punkt 1: »Alle Ausscheidungen der Kranken (Wund- und Geschwürsausscheidungen, Blut, Auswurf, Er-

brochenes, Rachen- und Nasenschleim, etwaige bei Sterbenden aus Mund und Nase hervorquellende schäumende Flüssigkeit, Urin und Stuhlgang) sind mit dem unter I, 2a beschriebenen verdünnten Kresolwasser oder durch Siedehitze (I, 10) zu desinfizieren. Es empfiehlt sich, solche Ausscheidungen unmittelbar in Gefäfsen aufzufangen, welche die Desinfektionsflüssigkeit in mindestens gleicher Menge enthalten, und sie hiermit gründlich zu verrühren.« Weiter heifst es »die Gemische sollen mindestens zwei Stunden stehen bleiben und dürfen erst dann beseitigt werden.«

Das sub I, 2a gemeinte verdünnte Kresolwasser enthält 2,5 proz. rohes Kresol.

Was die Kalkmilch als Desinfektionsmittel für infektiöse Stuhlgänge betrifft, so wird ganz allgemein nach Pfuhl[6]) in der bekannten Weise aus ungelöschtem Kalk eine 20 proz. Kalkbrühe bereitet, oder wie neuerdings wieder von Mosebach (a. a. O.) vorgeschlagen, bereits gelöschter Kalk zur Herstellung eines solchen benützt und in gleichen Mengen den Entleerungen zugesetzt. Das »Typhus-Merkblatt« fordert eine 1 stündige, die Anweisung des Bundesrats zur Bekämpfung der Cholera eine 2 stündige Einwirkung. Nach Czaplewski mufs das Kot-Kalkmilchgemenge »mindestens 1 Stunde« stehen gelassen werden. Nach den Versuchen Mosebachs (a. a. O.), den letzten, die meines Wissens über diesen Gegenstand angestellt wurden, desinfiziert »frisch hergestellte Kalkmilch den Typhuskot bereits in 1 Stunde, während dieselbe noch nach 4 und nach 12 tägigem Stehen zwar nicht so rasch, aber immerhin noch innerhalb der in den Desinfektionsordnungen bisher vorgeschriebenen Zeit von 2 Stunden zuverlässig desinfizierend wirkt.«

Überblickt man die zitierten Desinfektionsvorschriften — eine Reihe anderer weicht nicht wesentlich davon ab — so mufs man den Eindruck gewinnen, dafs sie sich mehr auf diarrhöische oder sehr dünnbreiige Stühle beziehen, und dafs die verschiedenen Autoren auf die Schwierigkeiten, die die Desinfektion fester Stühle verursachen, nicht genügend hingedeutet haben. Man versuche nur einmal einen zähen, geformten Stuhl »zu

gleichen Teilen gründlich« mit irgendeinem Desinfiziens zu mischen. Die Möglichkeit, gelegentlich auch feste infektiöse Entleerungen desinfizieren zu müssen, ist aber gar nicht so ferneliegend und sollte in den Desinfektionsvorschriften, welche ja vielfach auch für Laien abgefafst sind, besonders berücksichtigt werden.

Dafs feste infektiöse Stühle keine Seltenheit sind, betont bereits Gärtner (a. a. O.): »Wir dürfen unser Gewissen keineswegs beruhigen mit der Redensart, Cholera- und Typhusstühle seien dünnflüssig;« »im Beginne des Typhus, wie in der Rekonvaleszenz sind breiige bis dickbreiige Stühle die Regel und man darf mit Bestimmtheit Typhusbazillen darin voraussetzen.« Die Erfahrungen der letzten Jahre haben gezeigt, dafs in Cholerazeiten eine grofse Anzahl infizierter, keine oder nur geringe Krankheitssymptome bietender Personen breiige und häufig sogar feste Stühle entleert, die jedoch Cholerabazillen sogar in reichlicher Menge enthalten.«

Diese Tatsachen will Gärtner (a. a. O.) allerdings nur für Individuen gelten lassen, »die keine oder nur geringe Krankheitssymptome« aufweisen oder für Rekonvaleszenten, kurz für nicht bettlägerige Personen. Dafs jedoch auch auf der Höhe der Krankheit feste Typhusstühle vorkommen und zwar gar nicht so selten, bestätigten namhafte Kliniker. »Fast in einem Fünftel aller Fälle besteht während der ganzen Krankheitsdauer Verstopfung, und durch Einläufe wird geformter Stuhl entleert. Endlich kann die Stuhlentleerung auch völlig normal bleiben. Der Durchfall ist also keineswegs ein konstantes Symptom des Typhus.« Überdies bin ich auch in der Lage, aus eigener Erfahrung zu bestätigen, dafs ein hoher Prozentsatz der Typhusstühle, auch im fieberhaften Stadium fest ist. Gelegentlich einer Informationsreise, die ich nach dem Trifailer Typhusgebiete (Untersteiermark) unternahm, konnte ich sehr häufig statt der gewöhnlichen Erbsenbrühstühle feste Entleerungen beobachten. Herr Dr. Jokits, Epidemiearzt in Hrastnigg bei Trifail konstatierte das Auftreten fester Stühle in ungefähr 30% aller Typhusfälle.

Leider sind anderweitige Angaben über die Konsistenz infektiöser Stühle nicht häufig zu finden, es ist aber eine bekannte Erscheinung, dafs auch bei Dysenterie zu Beginn der Erkrankung, die meist unter den Erscheinungen eines Magendarmkatarrhs einsetzt, feste, geformte Stühle vorkommen, und ebenso hat man bei Cholera die Beobachtung gemacht, dafs öfters geformte Stühle entleert werden.

Diese Tatsachen beweisen, dafs wir bei der Desinfektion von Fäkalien infektiös Erkrankter in einem nicht geringen Prozentsatz damit rechnen müssen, auch feste, geformte Stühle zu desinfizieren, und es erscheint die Frage nicht so unberechtigt: Sind die bisherigen Verfahren zur Desinfektion von Entleerungen auch imstande, feste Stühle zu desinfizieren?

Bevor ich darauf näher eingehe, will ich einige der Versuche besprechen, die die experimentelle Grundlage der heute gangbaren Verfahren zur Desinfektion von Stechbecken bilden.

II. Die bisherigen Versuche über die Desinfektionskraft der Kalkmilch.

Eine Reihe solcher berücksichtigt ausschliefslich (a. a. O.) diarrhoische Stühle. Pfuhl, der anschliefsend an die Untersuchungen von Liborius und Kitasato die Verwendung der Kalkmilch sehr empfiehlt, sagt über die Desinfektion von Stechbecken, die von Typhus-, Cholera- und Ruhrkranken benutzt sind: »Es handelt sich hier stets um dünne Stühle, die sich leicht mit Kalkmilch mischen lassen. Der Krankenwärter braucht nur das Stechbecken so lange hin und her zu neigen, bis die hinzugesetzte Kalkmilch sich mit dem Inhalte desselben vermischt hat. Während es bei der Desinfektion von Latrinen nicht von Belang ist, ob dieselbe besonders rasch vonstatten geht, ist es hier von besonderem Werte, die Desinfektion der Stechbecken so schnell wie möglich auszuführen. Dies läfst sich am zweckmäfsigsten durch Steigerung des Kalkzusatzes erreichen. Setzte ich zu einer Ausleerung, welche ich im Dampfkochtopf

sterilisiert, dann mit Cholerabakterien gemischt und darauf 24 Stunden im Brutschrank gehalten hatte, so viel Kalkmilch aus freier Hand zu, bis nach gehörigem Umschütteln die Reaktion II[1]) erreicht war, so fanden sich die Cholerabakterien, die nach Ausweis eines Kontrollröhrchens reichlich darin vorhanden waren, nach einer Viertelstunde nicht mehr lebend vor. Hierbei braucht man sich nicht erst eine Skala der Reaktionen anzulegen, sondern man läfst einfach so lange zum Inhalt des Stechbeckens Kalkmilch hinzusetzen, bis nach gehöriger Mischung ein hineingehaltener Streifen roten Lackmuspapiers fast ebenso stark blau wird, als wenn er von der Kalkmilch selbst benetzt wird. Nach einer Viertelstunde kann dann das Stechbecken ausgegossen und gereinigt werden. Da stets nur geringe Mengen Kalkmilch zur Verwendung kommen, und man mit der letzteren wegen ihrer Billigkeit nicht besonders sparsam umzugehen braucht, so kann man den Krankenwärter ruhig gewähren lassen, wenn er etwas mehr hinzugiefst als nötig ist. Es empfiehlt sich, Kalkmilch in einer Flasche, die mehrere Liter fafst, wohlverpackt in der Nähe des Kranken bereit zu halten.«

Vor kurzem wurden durch Mosebach (a. a. O.), der unter anderm auch die Frage der Fäkaliendesinfektion aufgegriffen hat, einige Versuche über die Kalkmilch als Desinfiziens angestellt. Mosebach benutzte dazu den bereits von Pfuhl empfohlenen gelöschten Kalk, der selbst in jedem Dorf aus Kalkgruben leicht zu beziehen ist. Die Herstellung der Kalkmilch gestaltet sich bei Verwendung von gelöschtem Kalk weniger umständlich als bei ungelöschtem. Eine 20 proz. Kalkbrühe läfst sich aus 1 Raumteil gelöschtem Kalk und $1^1/_2$ Raumteilen Wasser unschwer bereiten.

Mosebachs Versuche wurden folgendermafsen angestellt: »Sterile Reagensgläser oder Erlenmeyer-Kölbchen wurden mit vorher sterilisiertem und dann mit Typhusreinkulturen wieder

1) Anmerkung des Verfassers. Die »Reaktion II« entspricht der Bläuung die man erhält, wenn man einen Streifen von rotem Lackmuspapier in ein mit der gleichen Menge destillierten Wassers verdünntes Kalkwasser eintaucht.

angereichertem Typhuskot beschickt. Bei jedem Versuche wurden dem Kot Bouillonabschwemmungen höchstens 24 Stunden alter Typhuskulturen zugesetzt; Kalkmilch wurde in verschiedenen Mengenverhältnissen hinzugefügt und auch die Einwirkungsdauer variiert. Nach Beendigung des Versuchs wurden aus jedem Reagensgläschen oder Kölbchen je drei Platinösen in 10 ccm Bouillon gebracht und diese acht Tage bei 37° gehalten. Von getrübten Bouillonröhrchen wurden ein oder zwei Platinösen mittels des Kruseschen Platinpinsels auf Gelatineplatten verteilt und bei Wachstum von typischen Typhuskolonien diese durch Agglutination als solche identifiziert.«

Diese Versuche ergaben, dafs beide Arten von Kalkmilch, sowohl die aus ungelöschtem als die aus gelöschtem Kalk hergestellte, gleich starke Desinfektionswirkung besafsen. »Zu Typhuskot in gleicher Menge zugesetzt, bedarf es einer zweistündigen Einwirkung, um sämtliche Typhusbazillen abzutöten.«

Selbst bei längerem Stehen (12 Tage) erwies sich die Kalkmilch, wenn auch nicht mehr vollkräftig, so doch imstande, »noch innerhalb der in den Desinfektionsordnungen vorgeschriebenen Zeit von 2 Stunden zuverlässig desinfizierend« zu wirken.

III. Versuche über die Desinfektionskraft der Kresole.

Bevor sich das heute allgemein gebräuchliche Kresolwasser in die Desinfektionspraxis einzubürgern vermochte, war die Karbolsäure als das souveräne Mittel angesehen, um infektiöse Darmentleerungen unschädlich zu machen. Zahlreiche Versuche wurden über diesen Gegenstand angestellt, jedoch sind nur wenige für uns verwertbar, da die älteren Autoren meist auf völlige Keimabtötung hin untersuchten, die Desinfektionsdauer also viel zu lange bemessen ist. Aus diesem Grunde mufs ich auf die Wiedergabe der meisten dieser Arbeiten verzichten und kann nur vereinzelte Versuche herausgreifen.

So fand Uffelmann(7), dafs die 5proz. Karbolsäure nach einstündiger Einwirkung noch nicht alle in den Fäces verteilten Typhusbazillen getötet, wohl aber nach 24stündiger diese und

fast alle anderen Keime. Zur Verwendung gelangten 1. die Entleerung eines Typhösen, 2. ein diarrhöischer Stuhl mit Zugabe von lebenskräftigen Typhusbazillen. Nach einstündiger Einwirkung gingen vom Originaltyphusstuhl keine, vom Stuhl 2 drei Typhuskolonien auf.

Ähnlich war das Verhältnis bei Versuchen mit 12,5 proz. Kreolin.

Zahlreiche Versuche über Fäkaliendesinfektion mit Kresolen von Laser(9) (Angaben über ältere Literatur), Scheurlen(8), Görbing(10), Greif(11), Anschütz(12), Keiler(13) befassen sich mit Saprol, welches für Desinfektion von Stechbecken weniger geeignet ist und für konsistentere Fäkalien, wie Scheurlen richtig bemerkt, gar nicht pafst, da es dazu bestimmt ist, auf Flüssigkeiten zu schwimmen und von der Oberfläche aus zu wirken.

Lösungen von Saprol (0,5 proz. Gehalt an Kresol) vermögen in wässerigen Aufschwemmungen oder Fäkalien Typhus- und Cholerabakterien innerhalb 6—24 Stunden zu töten. Ein Umrühren oder Vermengen fand hier nicht statt.

H. Vincent(14) prüfte den Einflufs verschiedener Desinfektionsmittel auf Fäkalienmassen und benutzte teils frische, normale, mit Urin verdünnte, teils alte, völlig in Zersetzung begriffene Stühle, aufserdem noch solche von Typhuskranken und endlich künstlich mit Choleravibrionen versetzte diarrhöische Fäzes. Vincent begnügte sich mit einer relativen Desinfektion, d. h. er prüfte auf Abtötung pathogener Keime und der normalen Darmbewohner des Bact. coli und der Fäulnisbakterien. Es ergab sich dabei, dafs eine 1 proz. Karbolsäurelösung die Mehrzahl der gewöhnlichen Saprophyten zu töten vermochte, doch bedurfte es einer 30 proz. Lösung, um das Bact coli zu vernichten.

Weitere Arbeiten über Desinfektion von Stechbecken mit Kresolpräparaten sind mir nicht bekannt, und ebensowenig gelang es mir, festzustellen, auf welche Versuche sich die Verwendung der Kresolseifenlösung als Desinfektionsmittel für Fäkalien stützt.

IV. Eigene Versuche über die Tiefenwirkung von Kresolseifenlösung und Kalkmilch auf Fäkalien.

Trotz sorgfältiger Durchsicht der mir zugänglichen Literatur ist es mir nicht gelungen, Angaben darüber zu finden, wie grofs die Tiefenwirkung der genannten zwei Desinfektionsmittel auf konsistentere Fäkalien sei. Man findet es zwar erwähnt, dafs die alkalische Reaktion der beiden Mittel für eine Auflösung bzw. Verseifung des Kotfettes besonders günstig sei; wie rasch jedoch eine solche vonstatten geht, ob auf dem Wege der Diffusion bzw. Kapillarattraktion ein Eindringen des Desinfiziens in tiefere Schichten zustande kommt und damit auch eine Abtötung der in der Tiefe gelegenen Keime, oder ob die Desinfektionsflüssigkeit nur so weit wirkt, als sie die Kotschichten von der Peripherie aus sichtlich zu quellen und lösen vermag, darüber scheint es nirgends Versuche zu geben. Und doch dürfte es nicht gleichgültig sein, wie rasch ein Mittel, von dem man eine ausgiebige Desinfektion erwartet, in die Tiefe dringt, da wir es ja, wie es nun einmal erwiesen ist, nicht immer mit diarrhöischen Stühlen zu tun haben, und konsistenteren Fäkalmassen gegenüber, die sich trotz aller Sorgfalt, wie später gezeigt werden wird, nicht innig genug mit dem Desinfiziens vermengen lassen, dasjenige das beste Mittel sein wird, welches am raschesten in die Tiefe wirkt.

Um über diese Verhältnisse Aufschlufs zu erhalten, stellte ich eine Reihe von Versuchen an, von denen einige hier wiedergegeben werden sollen. Anfänglich gab es bei der Überlegung, wie man dabei den natürlichen Verhältnissen möglichst gerecht werden könnte, einige Schwierigkeiten.

Geboten wäre es eigentlich gewesen, mit infektiösen Stühlen zu arbeiten, also z. B. mit Typhusstühlen, die am leichtesten zu haben sind, doch hätte die Isolierung des Typhusbazillus die Versuche ganz erheblich erschwert.

Überdies haben die letzten Arbeiten über Typhus aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte zur Genüge bewiesen, daſs wir uns auf die bisherigen Verfahren zum Nachweis der Typhusbazillen in Stühlen durchaus nicht verlassen können. Nach Klinger[15] hat sich keine der in der letzten Zeit angewendeten Methoden »derart zuverlässig gezeigt, daſs man auf Grund einer Untersuchung zu einem annähernd sicheren Urteil über das Vorhandensein oder Fehlen der Typhusbazillen in den Ausleerungen berechtigt wäre«. Von 173 Stühlen von fiebernden Patienten, die zur Untersuchung gelangten, konnte Klinger im besten Falle 39,3% als typhusbazillenhaltig bezeichnen.

Unter diesen Verhältnissen erschien es nicht zweckmäſsig, Typhusstühle zu den Versuchen heranzuziehen.

Auch mit dem Verfahren der Sterilisation und nachherigen Anreicherung der Fäzes mit pathogenen Keimen konnte ich mich nicht befreunden, da es meiner Ansicht nach den natürlichen Verhältnissen nichts weniger als entspricht, wenn man Fäzes zuerst garkocht, dann, wie es auch vielfach geschehen, die Reaktion verändert und zum Schlusse mit irgendwelchen Keimen anreichert. Gärtner (a. a. O.) behauptet zwar, er habe bei seinen Versuchen, was den Widerstand gegen das Desinfiziens betrifft, keinen Unterschied zwischen diesen gekochten und den nicht vorbehandelten Fäzes gefunden, doch glaube ich, daſs die Verhältnisse bei letzteren ganz anders liegen. Durch das Sterilisieren wird eine Reihe von Fällungen bewirkt, und durch das künstliche Hineinmischen von Bakterien in den Kot können niemals natürliche Verhältnisse erreicht werden, selbst wenn man durch längere Bebrütung die Bakterien in den Kot hineinwuchern läſst.

Waren also natürliche infektiöse Stühle wegen der schweren Nachweisbarkeit der spezifischen Erreger nicht verwendbar, und künstlich angereicherte aus den eben erwähnten Gründen auch nicht geeignet für die beabsichtigten Versuche, so war nur noch daran zu denken, eines der im Kote regelmäſsig vorkommenden Bakterien als Testobjekt zu wählen, welches weder Sporen bildet, noch sich als übermäſsig resistent gegen Desinfektionsmittel

erweist. Ein solches dürfte das Bact. coli sein. Mag man dagegen einwenden, das Coli sei bedeutend widerstandsfähiger als die in Frage kommenden pathogenen Mikroben und seine Verwendung als Testobjekt erfordere zu hohe Konzentrationen der Desinfektionsmittel, so mufs ich darauf erwidern, dafs das Bact. coli hier gewissermafsen als Sicherheitskoeffizient dienen soll, da wir doch durchaus nicht in der Lage sind, unsere Desinfektionsmittel in ihrer Konzentration gerade so abzustufen, dafs sie in dem einen Falle nur Typhus-, in dem anderen nur die in den Fäzes enthaltenen Cholera- oder Ruhrbazillen abzutöten vermögen.

Auch geht es durchaus nicht an, die Resultate der Desinfektionsversuche an Mikroorganismen, die an Seide oder Granaten angetrocknet sind, bei der Desinfektion der Fäkalien als Mafsstab anzulegen, so hohes theoretisches Interesse sie auch verdienen. Verhältnismäfsig sehr geringe Konzentrationen und kurze Einwirkungsdauer würden in diesem Falle genügen; worauf es hier jedoch ankommt, das ist die Fähigkeit des Desinfiziens, Fäzes zu lösen. Mit Recht betont Behring, dafs die Desinfektion mit steter Rücksicht auf das Objekt, dem die Keime anhaften, zu erfolgen habe.

Es spielt also die Konzentration der Desinfektionslösung und ihre Einwirkungsdauer für die Abtötung der in den Fäzes enthaltenen pathogenen Keime eigentlich nur eine sekundäre Rolle; wonach wir uns bei der Wahl derselben zu richten haben, das ist der Zustand der Fäzes, ihre Konsistenz. Dafs dabei der Prozentgehalt an Desinfiziens nicht unter die im Laboratorium an Reinkulturen ausprobierte Grenze heruntergehen darf, ist selbstverständlich. Aus diesen Gründen läfst sich, wie ich glaube, auch gegen das Koli als Testobjekt für die Verwendbarkeit eines Fäkaliendesinfektionsmittels nichts einwenden.

Dafs übrigens das Bact. coli z. B. dem Kresol gegenüber nicht widerstandsfähiger ist als der Typhusbazillus, der in unseren Breiten wenigstens am häufigsten zu Desinfektionen Veranlassung gibt, beweist eine Arbeit von Hammerschmidt([16]), der sogar

an einer Reihe von Versuchen festgestellt hatte, dafs Kolibakterien gegen Kresolwasser mehr empfindlich sind als Typhuskeime.

Es stand also nichts im Wege, das Bact. coli als Testobjekt für Desinfektionsversuche an Fäkalien zu verwenden, d. h. die zeitweise entnommenen Proben auf ihren Gehalt an Kolibakterien zu untersuchen und daraus einen Schlufs zu ziehen, ob das in Frage stehende Desinfiziens auch tatsächlich bis zur Stelle, von der die Entnahme erfolgte, eingedrungen ist.

Ursprünglich beabsichtigte ich, den Nachweis auf chemischem Wege zu erbringen mittels der »umgekehrten Rufswurmschen Reaktion«, welche nach Versuchen in der Nördlingerschen Fabrik([17]) Kresole in einer Verdünnung von 1 : 100000000 bis 200000000 nachzuweisen gestattet, kam jedoch bald davon ab, da es nicht zu vermeiden ist, dafs man trotz sorgfältiger Abspülung der Fäzes aus den oberflächlicheren Partien Spuren des Desinfiziens mit in die Tiefe bringt.

Überdies erwies sich die Verwendung des Koli als Reagens derart bequem und gestattete ganz gute vergleichbare Resultate, dafs ich keine Ursache hatte, mich nach einer empfindlicheren Probe umzusehen.

Was nun die nähere Versuchsanordnung betrifft, so war dieselbe folgende: Ein ungefähr 1000 ccm fassendes Becherglas wurde mit 700 ccm der Desinfektionslösung angefüllt und die zu desinfizierenden Fäkalmassen auf einem genau in das Glas eingepafsten Körbchen aus Drahtnetz bis auf den Boden versenkt. Zur Zeit der Probeentnahme wurde das Körbchen an seinem Handgriff herausgehoben und in ein anderes Becherglas ungefähr bis zur halben Höhe eingeschoben, hierauf so lange mit sterilisiertem Leitungswasser abgespült, bis die Desinfektionsflüssigkeit und mit ihr die bereits aufgeweichten Kotpartien weggeschwemmt waren. Darnach erfolgte die Probeentnahme mittels Platinnadel von einer Anzahl Stellen der oberflächlicheren und tiefen Partien des Kotes. Erwähnen mufs ich, dafs hierbei gröfsere Mengen, etwa dem Inhalte einer gewöhnlichen Platinöse gleich, entnommen und sofort in verflüssigte Gelatine übertragen, gründlichst verteilt und

zu Platten verarbeitet wurden. Nach erfolgter Probeentnahme kam das Körbchen wieder in die alte Desinfektionslösung zurück, die durch die Platinnadel erzeugten Löcher wurden vorher sorgfältig verschmiert.

Auch diese Methode ist mangelhaft, da es nicht zu verhindern ist, dafs mit dem Spülwasser auch nichtdesinfizierte Partien des Kotes weggeschwemmt werden und durch Arrosion dem Desinfiziens die Aufgabe erleichtert wird. De facto würden also die auf diesem Versuchswege erlangten Resultate etwas ungünstiger im Sinne einer Desinfektion ausgefallen sein, wenn ich die bereits aufgeweichten Schichten, die doch immerhin ein gewisses Hindernis für das Einwirken der Lösung auf die noch nicht desinfizierten Partien bieten, nicht entfernt hätte.

Die gegossenen Gelatineplatten — auch die Kontrollen — blieben 4—5 Tage im Brutofen bei 22° C. Nach dieser Zeit, wo ein weiteres Angehen von Keimen nicht mehr zu erwarten war, kontrollierte ich die Platten, wobei ich den Befund möglichst einfach verzeichnete: Koli, verflüssigende —, nicht verflüssigende Kolonien, Schimmelpilze. Das Koli ging fast regelmäfsig in Weinblattform auf oder war auch in wenig davon abweichender Form leicht als solches zu erkennen. Die mehrtägige Bebrütungsdauer bezweckte auch ein möglichst vollständiges Auswachsen der angegangenen Kolonien.

Auf eine eingehendere Prüfung der vorhandenen Kolonien konnte ich mich, da das Material ohnedies ein sehr grofses war, nicht einlassen, doch glaube ich, dafs diese Vernachlässigung nicht sehr ins Gewicht fallen dürfte. Etwa nicht agnoszierte Kolikolonien dürften doch in verschwindender Minderheit vorhanden gewesen sein.

In den nachstehend angeführten Versuchen, zu denen ich Fäzes verschiedener Provenienz benutzte, achtete ich auf Konsistenz, Reaktion und makroskopische Beimengungen (Schlacken). Zur Reaktionsprüfung diente mir Lackmus, welcher allerdings nur auf die wasserlöslichen Anteile des Kotes reagiert.

1. Versuche mit Kresolseifenlösung.

Versuch 1.

Ein zäher, konsistenter Kotzylinder, 123 g schwer, ungefähr 3 cm dick, alkal. Reaktion, ohne gröfsere makroskopische Beimengungen wird in der beschriebenen Weise in 700 ccm 5 proz. Kresolseifenlösung gelegt, und nach je 2 Std. mit sterilem Wasser abgespült, worauf jedesmal die Probeentnahme erfolgt. Nach 2 Std. ist die Oberfläche des Kotes mit einem grauweifsen Schlamm bedeckt, der eine Dicke von höchstens 2 mm besitzt. An verschiedenen Stellen von diesem entnommene Proben erweisen sich als kolifrei, die unmittelbar darunter gelegenen Partien des Kotes sind völlig unverändert, riechen typisch fäkulent und enthalten, wie die Kulturen ergaben, zahlreiche lebensfähige Kolibakterien. Nicht anders ist das Resultat, welches die aus der Tiefe entnommenen Proben ergaben. Nach weiteren 2 Std. ist das Ergebnis dasselbe; die Aufweichung schreitet weitere 2—3 mm vor, die unmittelbar unter dem Schlamm gelegenen Partien sind wiederum kolihaltig, ebenso die tiefer gelegenen. Nach 6 Stunden ähnliches Resultat, die etwas dünneren Endpartien des Kotes sind völlig aufgelöst und kolifrei, ebenso nach 8 und 10 Std. Nach 12 Std. ist die Aufweichung ungefähr 1 cm tief vorgedrungen, der von den gelösten Partien durch Abspülen befreite Rest enthält noch immer zahlreiche Kolibakterien. Nach 24 Std. erscheint der Kot bis auf einen etwa bleistiftdünnen Kern völlig aufgelöst; der Kern enthielt Koli, jedoch vorwiegend verflüssigende Kolonien, die jedenfalls einem Sporenbildner angehörten.

Tabelle zu Versuch 1.

Zeit der Probeentnahme	Nr. der Probe	Proben aus den oberflächlichen Partien	Proben aus der Tiefe
Nach 2 Stunden	1	Sehr zahlreiche Koli, wenig verflüssigende Kolonien	Koli in Reinkultur
	2	do	do.
	3	do.	do.
	4	do.	Zahlreiche Koli, einzelne verflüssigende Kolonien
	5	Sehr zahlreiche Koli, einzelne nichtverflüssigende und verflüssigende Kolonien	—
Nach 4 Stunden	1	Zahlreiche Koli, einzelne verflüssigende Kolonien	Koli in Reinkultur
	2	do.	do.
	3	do.	do.
	4	Koli in Reinkultur	Vorwiegend Koli, einige verflüssigende Kolonien
	5	Zahlreiche Koli und nichtverflüssigende Kolonien	Fast ausschliefslich Koli, einzelne verflüssigende Kolonien

Fortsetzung der Tabelle zu Versuch Nr. 1.

Zeit der Probeentnahme	Nr. der Probe	Proben aus den oberflächlichen Partien	Proben aus der Tiefe
Nach 6 Stunden	1	Fast ausschliefslich Koli, einzelne verflüssigende Kol.	Sehr zahlreiche Koli, einige verflüssigende Kolonien
	2	Koli in Reinkultur	do.
	3	do.	do.
	4	Vorwiegend Koli, zahlreiche verflüssigende Kolonien	Zahlreiche Koli und verflüssigende Kolonien
	5	do.	do.
Nach 8 Stunden	1	Zahlreiche Koli, einzelne verflüssigende Kolonien	Koli in Reinkultur
	2	do.	do.
	3	do.	do.
	4	Koli in Reinkultur	Koli sehr zahlreich, spärliche verflüssigende Kolonien
	5	do.	Zahlreiche Koli und verflüssigende Kolonien
Nach 10 Stunden	1	—	Koli in Reinkultur
	2	—	do.
	3	—	do.
	4	—	Zahlreiche Koli, einzelne verflüssigende Kolonien
	5	—	—
Nach 12 Stunden	1	—	Koli in Reinkultur
	2	—	do.
	3	—	Zahlreiche Koli und verflüssigende Kolonien
	4	—	do.
	5	—	do.
Nach 24 Stunden	1	—	Vorwiegend verflüssigende Kolonien, einzelne Koli
	2	—	do.
	3	—	do.
	4	—	Fast nur Koli, einzelne verflüssigende Kolonien
	5	—	Ausschliefslich verflüssigende Kolonien

Versuch Nr. 2.

Weicher geformter Stuhl nach Fleischnahrung[1]), leicht alkal. Reaktion, mit gröfserer Menge makroskopischer Schlacken wird in 2 Teile à ca. 55 g

1) Unter Fleischnahrung sei hier, im Gegensatz zur gröfsere Mengen von Schlacken bildender Kost aus Hülsenfrüchten, eine Nahrung verstanden, die vorwiegend aus Fleisch besteht und nur sehr geringe Mengen an Zuspeisen enthielt.

schwer geteilt, diese in je ein Becherglas mit 700 g 5 proz. Kresolseifenlösung eingelegt. Nach 1, $2^3/_4$, 8 und 12 Std. werden je 2 Proben von der Oberfläche und aus der Tiefe der Kotzylinder entnommen. Nach der letzten Probeentnahme wurden die Kotstücke mit einem befeuchteten sterilen Messer mit sehr dünner Klinge entzweigeschnitten. Die Mitte zeigt sich vollkommen unverändert, von fäkulentem Geruch und unveränderter Konsistenz. Die daselbst entnommenen Proben erwiesen sich, wie aus nachfolgender Tabelle ersichtlich, kolihaltig.

Tabelle zu Versuch Nr. 2.

Zeit der Probeentnahme	Ort der Entnahme	Nr. d. Probe	Kot A — Befund der Gelatineplatten	Kot B — Befund der Gelatineplatten
Nach 1 Std.	Oberfläche	1	Koli in Reinkultur	Koli in Reinkultur
		2	do.	Reinkultur eines verflüssigenden Stäbchens
	Tiefe	1	Zahlreiche verschiedenartige verflüssigende Kolonien	Koli in Reinkultur
		2	Koli in Reinkultur	do.
Nach $2^3/_4$ St.	Oberfläche	1	Reinkultur eines verflüssigd. Bakteriums	Zahlreiche verschiedene verflüssigende Kolonien
		2	Zahlreiche verflüssigende Kolonien, einzelne Koli	do.
	Tiefe	1	do.	Einzelne Kolikolonien
		2	Koli in Reinkultur	do.
Nach 8 Std.	Oberfläche	1	0	0
		2	0	0
	Tiefe	1	0	Koli in Reinkultur
		2	Koli in Keinkultur	do.
Nach 12 Std.	Oberfläche	1	0	0
		2	0	Koli in Reinkultur
	Tiefe	1	Koli in Reinkultur	do.
		2	Vorwiegend Koli, einzelne verflüssigende Kolonien	Fast nur Koli, einzelne verflüssigende Kolonien.

Versuch Nr. 3.

Die Stühle — Kot A weich, geformt, nach Fleischnahrung, schwach alkal. reagierend, 83,5 g schwer, — Kot B weich, geformt nach ausschliefslicher Pflanzenkost mit einer grofsen Menge grober Schlacken (Fisolenschalen und Zwetschenhäute) 80 g schwer — werden je in 700 ccm 5 proz. Kresolseifenlösung eingelegt.

Da das jedesmalige Abspülen des ganzen Kotes dem Eindringen der Desinfektionslösung einen nicht unbeträchtlichen Vorschub leisten mufste, so wurde diesmal davon abgesehen. Die Probeentnahme erfolgte in der Weise, dafs an einzelnen Stellen die schlammige Schicht, die den ganzen Kot bedeckte, weggeschabt wurde. Nach geschehener Abimpfung verstrich ich diese Stellen wieder sorgfältig.

Das Ergebnis der Desinfektion ist aus nachstehender Tabelle ersichtlich. Selbst nach 31 stündiger Einwirkung erweist sich die 5 proz. Lösung als unfähig den weichen, aber zähen Kot A zu durchdringen. Die Tieferwirkung des Desinfiziens läfst sich sehr schön demonstrieren auf einem Durchschnitt durch den Kot. Eine Zone von $^1/_2$ — $^3/_4$ cm Dicke erscheint breiig, schlammig, durchfeuchtet. Der Kern ist völlig intakt, riecht fäkulent, seine Konsistenz dürfte sich nicht geändert haben.

Etwas anders gestalten sich die Verhältnisse beim Kot B. Bereits nach 8 Std. beginnt derselbe rissig zu werden und zerfällt entlang der dazwischengeschalteten groben Schlacken in mehrere Teile, die der Desinfektionsflüssigkeit wieder neue Angriffsflächen darbieten. Dementsprechend gestaltet sich auch der bakteriologische Befund im Sinne einer Desinfektion um Einiges besser. Hier der Kot in einzelne Klümpchen zerfallen, deren jedes nur einen minimalen nicht desinfizierten Kern zeigt (die Proben wurden das letzte Mal diesem entnommen), bei Kot A der weitaus gröfste Teil des ganzen Ballens unbeeinflufst durch die Lösung, in seinem Innern vollkommen unverändert.

Die zwei Versuche zeigen deutlich, dafs auch bei geformtem Kot von gleicher Dicke die Desinfektionsflüssigkeit eine verschiedene Tiefenwirkung zeigt, je nachdem derselbe mehr oder weniger, von gröfseren oder kleineren Schlacken durchsetzt ist.

Tabelle zu Versuch Nr. 3.

Zeit der Probeentnahme	Ort der Probeentnahme	Nr. d. Probe	Kot A	Kot B
			Befund der Gelatineplatte	Befund der Gelatineplatte
Nach 4 Std.	Oberfläche	1	Koli in Reinkultur	Einzelne verflüssigende Kol.
		2	do.	do.
		3	Fast ausschliefslich Koli, einzelne verflüssigende Kol.	Vorwiegend Koli, einzelne verflüssigende Kolonien
	Tiefe	1	Koli in Reinkultur	Koli in Reinkultur
		2	do.	Vorwiegend Koli, einzelne verflüssigende Kolonien
		3	do.	Einzelne verflüssigende Kol.

Fortsetzung der Tabelle zu Versuch Nr. 3.

Zeit der Probe-entnahme	Ort der Probe-entnahme	Nr d. Probe	Kot A	Kot B
			Befund der Gelatineplatte	Befund der Gelatineplatte
Nach 8 Std.	Aus der Tiefe	1	Koli in Reinkultur	Vorwiegend Koli, einzelne verflüssigende Kolonien
		2	do.	Einzelne verflüssigende Kol.
		3	Einzelne Koli und verflüssigende Kolonien	do.
		4	Koli in Reinkultur	do.
		5	do.	Einzelne Koli (Reinkultur)
Nach 31 Std.	Aus der Tiefe	1	Fast nur Koli, einzelne verflüssigende Kolonien	Einzelne Koli
		2	Koli in Reinkultur	do.
		3	do.	do.
		4	Fast nur Koli, einzelne verflüssigende Kolonien	Ausschliefslich verflüssigende Kolonien
		5	do.	do.

Die Versuche Nr. 4, Nr. 5 und Nr. 6 sollen die Tiefenwirkung der Kresolseifenlösung in den Konzentrationen von 5 und 10% feststellen.

In **Versuch Nr. 4** wird ein 30 g schwerer weicher geformter Fleischkot ohne gröbere Schlacken. alkal. reagierend, durch 13 Std. in 1 Liter 5proz. Kresolseifenlösung liegen gelassen. Die Abimpfung von verschiedenen Stellen erfolgte nach besagter Frist.

In **Versuch Nr. 5** wird 1 Liter 10proz. Kresolseifenlösung als Desinfiziens benützt. Das Objekt der Desinfektion ist ein 67 g schwerer konsistenter Kotzylinder leicht alkalischer Reaktion, ohne gröfsere Schlacken. Abgeimpft wurde nach 15 Std. von verschiedenen Stellen. Wie aus der Tabelle ersichtlich, sind nach Ablauf besagter Frist nicht einmal die dünnsten Partien völlig desinfiziert.

In **Versuch Nr. 6** wirkt 5proz. Kresolseifenlösung durch 16 Std. auf einen halbweichen Kotzylinder — Kot nach gemischter Kost neutraler Reaktion ohne gröbere Schlacken.

In allen drei Versuchen ist der Kot trotz der vielstündigen Einwirkung der Desinfektionslösungen in seinen dickeren Partien nur oberflächlich, höchstens 5—7 mm tief aufgeweicht, in seinem Innern jedoch vollkommen unverändert, so weit sich das bei blofser Betrachtung beurteilen läfst. Auch der fäkulente Geruch ist nicht verschwunden, sondern läfst sich beim Breit-

quetschen solch eines unveränderten Anteils deutlich wahrnehmen. Allerdings ist derselbe durch den intensiven Geruch des Kresols stark gedeckt.

Tabelle zu Versuch Nr. 4.

Nr. der Probe	5 proz. Kresolseifenlösung
1	Koli in Reinkultur
2	Einzelne Koli, einzelne verflüssigende Kolonien
3	do.
4	do.
5	do.
6	Einzelne Koli, zahlreiche verflüssigende Kolonien
Kontrolle	Koli in Reinkultur

Tabelle zu Versuch Nr. 5.

Nr. der Probe	10 proz. Kresolseifenlösung
1 Kotsäule sehr dünn	0
2 wie 1	Einzelne Koli, zahlreiche verflüssigende Kolonien
3 wie 1	Koli in Reinkultur
4 Kotsäule mittelstark	Sehr zahlreiche Koli und nichtverflüss. Kolonien
5 wie 4	do.
6 wie 4	do.
7 Kotzylinder 2,5 cm dick	do.
8 wie 7	Koli in Reinkultur
9 wie 7	do.
Kontrolle	do.

Tabelle zu Versuch Nr. 6.

Nr.	5 proz. Kresolseifenlösung
1	Koli in Reinkultur
2	do.
3	do.
4	Zahlreiche Koli, einzelne verflüssigende Kolonien
5	do.
6	do.
7	do.
8	0
Kontrolle	Koli in Reinkultur

Versuch Nr. 7.

Ein geformter weicher Stuhl nach ausschliefslich vegetabilischer Kost, schwach sauer reagierend, mit grofsen Mengen vegetabiler Schlacken (Leguminosen) wird in zwei Teile geteilt — Kot A = 51 g, Kot B = 42 g. Beide werden in je 700 ccm 5 proz. Kresolseifenlösung eingelegt.

Nach einer Einwirkungsdauer von $6^1/_2$ Std. zeigt sich nach Abspülung der Kotstücke die Oberfläche derselben stark maceriert und es treten vielfach unverdaute Linsen zutage, die fast die Hauptmasse des Kotes ausmachen. Die von der Oberfläche abgeimpften Proben enthalten wenig lebensfähige Koli, was jedenfalls auf das leichte Eindringen des Desinfiziens in die vielen Spalten entlang der Schlacken zurückzuführen ist. In die tiefsten Partien ist die Lösung trotz der hierfür günstigen Beschaffenheit des Kotes auch nach 23 Std. nicht eingedrungen, was der Befund von Koli beweist. Allerdings war nach dieser Zeit der Kot in mehrere Brocken zerfallen, das Innere derselben war jedoch vom Desinfiziens nicht angegriffen.

Tabelle zu Versuch Nr. 7.

Zeit der Probeentnahme	Art der Entnahme	Nr. d. Probe	Kot A	Kot B
			Befund der Gelatineplatten	Befund der Gelatineplatten
Nach $6^1/_2$ Std.	Oberflächlich	1	Einzelne verflüss. Kolonien	Einzelne verflüss. Kolonien
		2	do.	Einzelne Schimmelpilze
		3	Einzelne Koli und verflüssigende Kolonien	Einzelne Koli und verflüssigende Kolonien
	Tief	1	Reinkultur von Koli	Fast nur Koli, einzelne verflüssigende Kolonien
		2	do.	do.
		3	do.	Koli in Reinkultur
Nach 23 Std.	Oberflächlich	1	Ausschliefslich verflüss. Kol.	Einzelne Schimmelpilze
		2	Gröfsere Menge verflüss. und nichtverflüss. Kolonien	Spärliche Koli, vorwiegend verflüssigende Kolonien
		3	Einzelne Koli, vorwiegend verflüssigende Kolonien	do.
	Tief	1	Koli in Reinkultur	Koli in Reinkultur
		2	Vorwiegend Koli, einzelne verflüssigende Kolonien	Vorwiegend Koli, einzelne verflüssigende Kolonien
		3	Koli in Reinkultur	do.

Versuch Nr. 8.

Um zu sehen wie tief 5 proz. Kresolseifenlösung in wenig konsistente Stühle eindringt, wurde ein breiiger Stuhl, neutraler Reaktion, in eine grofse Glasschale abgesetzt (ohne Harn!) und mit 1500 ccm der Desinfektionsflüssigkeit übergossen. Dabei vermied ich jedes Vermischen und entnahm von Zeit zu Zeit mittels eines sterilen Löffels etwa 5 — 10 g der Stuhlmasse, spülte dieselbe gründlich mit sterilem Wasser ab und verimpfte einzelne Partikelchen auf Gelatine. Der kulturelle Befund ergibt, dafs selbst nach 24 Std. das Desinfiziens nicht imstande war, sämtliche Kolibakterien abzutöten, infolgedessen auch nicht bis in die tiefsten Partien gelangt ist. Die

Oberfläche der Fäkalmassen war nach besagter Zeit mit einer etwa 1 cm dicken, grauweifsen Schlammschichte bedeckt, aus der sich nur mehr verflüssigende Kolonien, also wahrscheinlich solche von Sporenbildnern, durch das kulturelle Verfahren auf Gelatineplatten nachweisen liefsen.

Tabelle zu Versuch Nr. 8.

Zeit der Probeentnahme	Nr.	Proben aus den unveränderten Kotpartien	Proben aus der schlammigen Schichte
Nach 4 Std.	1	Koli in Reinkultur	Zahlreiche verflüssigende Kolonien, einzelne Koli
	2	do.	Ausschliefslich verflüssigende Kolonien
	3	do.	Fast nur verflüss. Kol., einzelne Schimmelpilze
	4	Sehr zahlreiche Koli, einzelne verflüssigende und nichtverflüss. Kolonien	do.
	5	Einzelne verflüss. Kolonien, meist Koli	θ
Nach 6 Std.	1	Koli in Reinkultur	—
	2	do.	—
	3	do.	—
	4	Zahlreiche Koli, einige verflüssigende Kolonien und Schimmelpilze	—
	5	Vorwiegend Koli, mehrere verflüss. Kol.	—
Nach 8 Std.	1	Koli in Reinkultur	—
	2	do.	—
	3	Zahlreiche Koli und verflüss. Kolonien	—
	4	do.	—
	5	Zahlreiche Koli, mehrere verflüssigende Kolonien und Schimmelpilze	—
Nach 24 Std.	1	Fast ausschliefslich verflüssigende Kolonien, einzelne Koli	Ausschliefslich verflüssig. Kolonien
	2	do.	do.
	3	do.	θ
	4	Meist verflüssigende Kolonien, einzelne Koli und Schimmelpilze	—
	5	—	—

Von den zahlreichen Versuchen die ich über die Tiefen- und Desinfektionswirkung der vorgeschriebenen 5 proz. Kresolseifenlösung angestellt habe, mögen die angeführten genügen zum Beweise, dafs die Tiefenwirkung dieses Desinfektionsmittels nur soweit reicht, als es imstande ist, Fäkalien zur Lösung zu bringen. Ich habe mich bemüht bei der Entnahme der Proben

von den oberflächlichen Partien, nur von den unmittelbar unter der gelösten (Schlamm-) Schichte gelegenen Stellen abzuimpfen und habe es sorgfältig vermieden, dabei mit der Nadel tiefer einzudringen. Ganz sanftes Abspülen mit sterilem Wasser schwemmt die bereits gelösten Schichten weg, ohne merklich zerstörend einzuwirken. Dabei zeigte es sich jedesmal, dafs sich die Desinfektionswirkung der Kresolseifenlösung keinesfalls über die gelöste Schichte hinaus erstreckt, dafs also auf dem Wege der Diffussion bzw. Kapillarattraktion dieses Desinfiziens nicht in die Tiefe dringt, wenigstens nicht in der Konzentration, dafs es imstande wäre, Kolibakterien abzutöten.

Scheinbar etwas verschieden liegen die Verhältnisse bei trockenem, rissigen oder bei sehr schlackenreichem Kot. Hier dringt das Desinfiziens, wie aus einigen Versuchen zu entnehmen ist, entlang der teils präformierten Spalten und Risse rasch in die Tiefe oder es bahnt sich längs der dazwischen geschalteten Schlacken, die mit ihrer Umgebung weniger innig zusammenhängen, ziemlich schnell einen Weg in tiefere Schichten; den einzelnen Klumpen gegenüber, aus denen solche Fäzes vielfach zusammengesetzt sind, verhält sich das Desinfiziens jedoch nicht anders, als es oben geschildert wurde, und die Desinfektion geht hier nur insofern rascher vor sich, als hier gewissermafsen das Lösungsmittel selbst die Zerkleinerung d. i. den Zerfall des Kotes besorgt.

Nicht anders als die Kresolseifenlösung verhält sich die Kalkmilch konsistenten Fäkalien gegenüber. Auf erstere werde ich übrigens zum Vergleiche mit anderen Mitteln nochmals zu sprechen kommen.

2. Versuche mit 20% Kalkmilch.

In gleicher Weise wie mit der Kresolseifenlösung verfuhr ich bei den folgenden Versuchen mit Kalkmilch. Dieselbe wurde nach Pfuhls Vorschrift aus frisch gebranntem Kalk hergestellt und war bei ihrem Gebrauch höchstens 4—5 Tage alt.

Von einer gröfseren Anzahl von Versuchen will ich nur einige wiedergeben, da dieselben im Wesen nichts Verschiedenes von den Versuchen mit Kresolseifenlösung darbieten.

Versuch Nr. 1.

Ein Stuhl nach gemischter Kost, 112 g schwer, fester Konsistenz, schwach alkalisch reagierend, wurde in 700 ccm 20 proz. Kalkbrühe gelegt. Nach zweistündigem Aufenthalt zeigte sich der Kotballen bedeckt von dem zu Boden gesunkenen ungelösten Kalkhydrat, die darunterstehende Flüssigkeit gelb gefärbt, deutlich nach Ammoniak riechend. Nach sorgfältiger Abspülung des mit seinem Körbchen herausgehobenen Stuhles, konnte man bemerken wie dieser wie mit einer Hülle eines grauweifsen Schleimes bedeckt war, der wahrscheinlich aus unlöslichen Kalksalzen und Seifen bestehen dürfte. Nach Abspülung dieser Schichte zeigte sich der Kot nur wenig arrodiert, in den von den obersten Partien entnommenen Kotproben waren Koli-Bakterien nachzuweisen. Weitere zweistündige Einwirkung des Desinfiziens veränderte die Verhältnisse nur sehr wenig, ebenso war nach 6 Std. nur eine minimale Schichte aufgeweicht. Nach 12 Std. war das Desinfiziens etwa 0,5 cm tief eingedrungen, wie sich an der Abnahme des Kot-Durchmessers konstatieren liefs. Auch nach dieser Frist hatte die Kalkmilch nur jene Partien zu desinfizieren vermocht, die von ihr gelöst wurden. Das kulturelle Ergebnis der einzelnen Kotproben ist aus nachstehender Tabelle ersichtlich.

Tabelle zu Versuch Nr. 1.

Zeit der Probeentnahme	Nr. der Probe	Proben aus den oberflächlichen Partien	Proben aus der Tiefe
Nach 2 Stunden	1	Koli in Reinkultur	Koli in Reinkultur
	2	do.	do.
	3	do.	do.
	4	do.	Zahlreiche Koli, einzelne verflüssigende Kolonien
	5	Sehr zahlreiche Koli, einzelne verflüss. u. nichtverflüss. Kol.	do.
Nach 4 Stunden	1	Koli in Reinkultur	—
	2	do.	—
	3	do.	—
	4	Sehr zahlreiche Koli, spärliche verflüssigende Kolonien	—
	5	Zahlreiche Koli und verflüssigende Kolonien	—
Nach 6 Stunden	1	Koli in Reinkultur	Koli in Reinkultur
	2	do.	do.
	3	do.	do.
	4	θ ?	Vorwiegend Koli, zahlreiche verflüss. u. nichtverflüss. Kol.
	5	Zahlreiche Koli, einzelne verflüssigende Kolonien	—

Fortsetzung der Tabelle zu Versuch Nr. 1.

Zeit der Probe-entnahme	Nr. der Probe	Proben aus den oberflächlichen Partien	Proben aus der Tiefe
Nach 12 Stunden	1	Vorwiegend verflüssigende Kolonien, einzelne Koli	Koli in Reinkultur
	2	do.	do.
	3	do.	Sehr zahlreiche Koli, einzelne verflüssigende Kolonien
	4	Ausschliefslich verflüss. Kol.	do.
	5	—	do.
Kontrolle, vor der Einwirkung des Desinfiziens entnommen	1	Reinkultur von Koli	—
	2	do.	—

Versuch Nr. 2.

Ein gröfserer Kotballen und mehrere kleinere von ungefähr Kirschgröfse (Kot nach Fleischnahrung) zusammen im Gewichte von 72 g werden in 700 ccm 20 proz. Kalkmilch eingelegt.

Nach fünfstündigem Aufenthalt in dieser zeigen die herausgehobenen und mit serilem Wasser abgespülten Kotproben nur geringe Veränderungen. Ihre Oberflächen erscheinen ganz wenig arrodiert und riechen unverändert fäkulent. Die kleineren Skybala zeigen auf dem Durchschnitt nicht die geringste Aufweichung, ihre Konsistenz ist die gleiche wie vor der Einwirkung der Desinfektionslösung.

Nach 24 Std. erscheint der gröfsere Kotballen beträchtlich arrodiert, ohne jedoch in gröfserer Tiefe irgendeine Veränderung aufzuweisen; die kleineren Skybala sind total maceriert und in kleine Bröckelchen zerfallen. Proben vom gröfseren Kotballen werden auf Gelatine verarbeitet. Das Resultat zeigt die Tabelle.

Tabelle zu Versuch Nr. 2.

Zeit der Probe-entnahme	Nr. der Probe	Probe aus den oberflächlichen Partien	Probe aus der Tiefe
Nach 5 Stunden	1	Zahlreiche Koli, einzelne verflüssigende Kolonien	Vorwiegend verflüssigende Kolonien, einzelne Koli
	2	do.	Reinkultur von Koli
	3	do.	Fast ausschliefslich Koli, einzelne verflüssigende Kol.
	4	Koli u. verflüss. Kolon. ungefähr im gleichen Verhältnisse	do.
	5	Vorwiegend verflüss. Kolon., jedoch zahlreiche Koli	Reinkultur von Koli

Fortsetzung der Tabelle zu Versuch Nr. 2.

Zeit der Probe-entnahme	Nr. der Probe	Proben aus den oberflächlichen Partien	Proben aus der Tiefe
Nach 24 Stunden	1	—	Meist verflüssigende Kolonien, einzelne Koli
	2	—	do.
	3	—	do.
	4	—	do.
	5	—	do.
Kontrolle		Koli u. verflüss. Kolon. ungefähr im gleichen Verhältnisse	—

Ein ähnliches negatives Desinfektionsergebnis zeigt

Versuch Nr. 3.

77 g schwerer Fleischkot, leicht alkal. reagierend, teils breiig, ohne gröbere Schlaken, in 20 proz. Kalkmilch eingelegt, zeigt nach 16stündiger Einwirkung der Lösung an seinen festeren Partien eine stark arrodierte Oberfläche, in der Mitte ist irgendeine Veränderung nicht nachzuweisen, die Konsistenz ist annähernd dieselbe wie zuvor. Die breiigen Anteile des Kotes erschienen vollkommen maceriert und zerfallen beim Abspülen völlig. Der Geruch ist noch immer deutlich fäkulent.

Aus der Tiefe des gröfseren Kotballens werden 10 Proben mittels Platinnadel von verschiedenen Stellen entnommen und auf Gelatine übertragen.

Nachfolgende Tabelle demonstriert den bakteriologischen Befund der 10 Kotproben.

Tabelle zu Versuch Nr. 3.

Nr. der Probe	Befund auf der Gelatineplatte	Nr. der Probe	Befund	Nr. der Probe	Befund	Nr. der Probe	Befund	Nr. der Probe	Befund
1	Zahlreiche verflüssig. Kolonien, einzelne Schimmelpilze	3	Koli in Reinkultur	5	Fast nur verflüssigende Kolonien, einzelne Koli	7	Einzelne Koli (Reinkultur)	9	Fast nur verflüssigende Kolonien, einzelne Koli
2	Koli in Reinkultur	4	Verflüssigende Kolonien	6	Koli in Reinkultur	8	Einzelne Koli und verflüssigende Kolonien	10	Meist verflüssigende Kolonien, einzelne Koli

Kontrolle: Fast ausschliefslich Koli, einzelne verflüssigende Kolonien.

Versuch Nr. 4

sollte darüber Aufschlufs geben, wie sich breiige Entleerungen gegenüber 20proz. Kalkbrühe bezüglich ihrer Tiefenwirkung verhalten.

Ein dickbreiiger Stuhl (ohne Harn!) wurde in eine grofse Glasschale abgesetzt und mit 1500 ccm Kalkmilch übergossen. Die mittels eines sterilen Löffels oder Öse zeitweise entnommenen Proben wurden abgespült und Teile davon auf Gelatine verimpft. Die von den oberflächlichsten Partien stammenden Proben erwiesen sich teils steril, teils gingen nur verflüssigende Kolonien an. Die unmittelbar unter der gelösten (?) Schleimschichte gelegenen Stellen waren selbst nach 10stündiger Einwirkung noch kolihaltig. Es scheinen also bei der Kalkmilch als Desinfektionsmittel für Fäkalien ähnliche Verhältnisse zu obwalten in bezug auf Tiefenwirkung wie bei der Kresolseifenlösung, doch glaube ich, dafs sie bei ersterer eher ungünstiger sind, da die Fällungen, welche die Oberfläche des Kotes bedecken, einem tieferen Eindringen hinderlicher sein dürften, als die durch das Kresol gelöste schlammige Schicht. Jedenfalls hat sich die Tiefenwirkung auch hier nicht weiter erstreckt als auf die durch die Desinfektionslösung veränderten Schichten des Kotes.

Tabelle zu Versuch Nr. 4.

Zeit der Probeentnahme	Nr. der Probe	Proben aus den oberflächlichen Partien	Proben aus der Tiefe
Nach 2 Stunden	1	Fast ausschliefslich verflüss. Kolonien, einzelne Koli	Koli in Reinkultur
	2	do.	do.
	3	Nur verflüssigende Kolonien	Sehr zahlreiche Koli, einzelne verflüssigende Kolonien
	4	do.	do.
Nach 4 Stunden	1	Fast nur verflüssigende Kolonien, einzelne Koli	Koli in Reinkultur
	2	Ausschliefslich verflüssigende Kolonien	do.
	3	do.	do.
	4	0	Sehr viele Koli, verflüssigende Kolonien zahlreich
Nach 6 Stunden	1	Nur verflüssigende Kolonien	Sehr zahlreiche Koli, einzelne verflüssigende Kolonien
	2	do.	do.
	3	Einzelne verflüssigende Kol.	do.
	4	do.	0
Nach 8 Stunden	1	Einzelne verflüssigende Kol.	Koli in Reinkultur
	2	do.	Zahlreiche verflüssigende Kolonien, einzelne Koli
	3	do.	do.
	4	0	—

Fortsetzung der Tabelle zu Versuch Nr. 4.

Zeit der Probeentnahme	Nr. der Probe	Proben aus den oberflächlichen Partien	Proben aus der Tiefe
Nach 10 Stunden	1	Sehr zahlreiche verflüssigende Kolonien	Einzelne Koli, einzelne verflüssigende Kolonien
	2	do.	do.
	3	Einzelne verflüssigende Kolonien	Sehr zahlreiche verflüssigende Kolonien, einzelne Koli
	4	—	Sehr viele verflüssigende Kolonien
Kontrolle		Sehr zahlreiche Koli, einzelne verflüssigende Kolonien	—

3. Versuche mit Laugenstein (Ätznatron) -Lösungen.

Den beiden besprochenen Desinfektionsmitteln haftet der Nachteil an, nur sehr langsam lösend auf Fäkalien einzuwirken, infolgedessen auch sehr langsam zu desinfizieren. Aus den angeführten Versuchen geht unzweifelhaft hervor, dafs sich die Desinfektionswirkung ausschliefslich auf jene Kotpartien erstreckt, die zur Lösung gelangt sind, dafs die Hülle, in welche die Keime eingeschlossen sind, erst aufgelöst werden mufs, bevor das Desinfiziens an den Keim selbst heran kann, um ihn abzutöten. Ist einmal diese erste Schwierigkeit überwunden, so liegen die Verhältnisse gewissermafsen wie beim Laboratoriumsversuch mit Reinkulturen, oder anderweitigen Bakterienaufschwemmungen, zu denen das Desinfiziens ohne weiteres Zutritt hat, und die Desinfektion ist, namentlich bei Verwendung höherer Konzentrationen, das Werk von Minuten.

Es kommt also, wie ich bereits betont, bei der Desinfektion von Fäkalien in erster Linie darauf an, ein Mittel zu verwenden, welches das Medium, in das die Bakterien eingeschlossen sind, möglichst rasch zur Lösung bringt.

Bei der chemischen Konstitution des Kotes, namentlich dessen Gehalt an Fetten und Seifen, mufsten von vornherein stark alkalische Mittel anderen gegenüber im Vorteil sein. Zahlreiche Versuche

haben darüber Aufschlufs gegeben, dafs den Laugen auch eine hohe, keimtötende Kraft innewohnt. So werden nach v. Behring([18]) Milzbrandsporen in 30proz. NaOH schon nach 10 Minuten, in 4proz. NaOH in 45 Minuten abgetötet, während die gleichprozentigen Lösungen von roher Karbolsäure und anderen Körpern aus der aromatischen Reihe hierzu beträchtlich längere Einwirkungsdauer erfordern.

Die Aufgabe, die ich mir stellte, bestand nun darin, zu untersuchen, welche Konzentration der in Frage kommenden Laugensteinlösung ausreicht, um eine möglichst rasche und zugleich ausgiebige Tiefenwirkung zu erzielen.

Als Ausgangsmaterial zur Herstellung meiner Desinfektionslösung diente das in jeder Drogerie käufliche Ätznatron (Laugenstein), von dem das kg 50 Pfg. kostet. Die verschieden proz. Lösungen, die ich verwendete — als Lösungsmittel diente gewöhnliches Leitungswasser — bewahrte ich in gut verkorkten Flaschen auf und titrierte sie zeitweise auf ihren Alkaligehalt, der für 10 ccm einer 10proz. Ätznatronlösung ungefähr 13,3 ccm H_2SO_4 Norm. zur Neutralisierung erforderte. Da die Präparate des Handels nicht alle gleichwertig sind, einzelne mehr weniger verunreinigt, so war der Gehalt an Alkali einigen Schwankungen unterworfen. Irgendeinen Einflufs davon auf die Desinfektionswirkung konnte ich natürlich bei der grofsen Verschiedenheit des zu desinfizierenden Materials nicht wahrnehmen.

Bei der Herstellung der Lösungen verfuhr ich folgendermafsen: In einen Topf siedenden Wassers wird die nötige Quantität Ätznatron hineingeworfen und nach dem Abkühlen der Lösung diese in einer Glasflasche in gröfseren Mengen aufbewahrt.

Allmählich sedimentiert der in der Lösung vorhandene Schmutz, der dem rohen Ätznatron anhaftet, teils fallen verschiedene Verbindungen aus, die sich als grobflockiger voluminöser Niederschlag zu Boden setzen. Irgendeine Filtration oder Entfernung derselben ist nicht nötig.

Die folgenden Versuche wurden mit verschieden proz. Ätznatronlösungen ganz analog den bisherigen ausgeführt. Bereits

bei den ersten Versuchen zeigte sich die grofse Überlegenheit der Lauge anderen Desinfektionsmitteln (Kresol, Kalkmilch) gegenüber. Das Lösungsvermögen ist ein sehr beträchtliches, die Tiefenwirkung eine viel gröfsere. Als Beleg hierfür mögen nachstehende Versuche dienen.

Versuch Nr. 1.

Ein fester geformter Stuhl nach gemischter Kost, 126 g schwer, schwach alkal. reagierend, ohne gröfsere Schlacken wurde in vier ungefähr gleichgrofse Teile zerschnitten und a) in 5 proz., b) in 10 proz. Kresolseifenlösung, c) 5 proz., d) 10 proz. Laugensteinlösung eingelegt. Da es bei derlei Versuchen unmöglich ist unter ganz gleichen Verhältnissen zu arbeiten, so erwähne ich ausdrücklich, dafs bei der Verteilung der Kotstücke auf die verschiedenen Lösungen auch bei den übrigen Versuchen stets das ungünstigste Objekt für die Desinfektion mit Lauge ausgesucht wurde.

Nach dreistündiger Einwirkung der Desinfektionslösungen wurden die verschiedenen Kotproben besichtigt und auf die Stärke der gelösten Schicht hin untersucht, indem mit einem Messer mit sehr dünner Klinge ein Einschnitt gemacht wurde, an dem man die Tiefenwirkung ganz gut nachweisen kann. Das jeweilige Resultat ist aus beigefügter Tabelle ersichtlich. Besonders deutlich läfst sich auf die beschriebene Art die Einwirkung der Lauge demonstrieren. Die gelösten Kotpartien — man sollte eigentlich besser von gequollenen sprechen — sind tief dunkelbraun gefärbt und stechen gegen das nicht desinfizierte hellbraune Zentrum deutlich ab. Hier gelingt der Beweis, dafs nur jene Kotschichten desinfiziert sind, die gelöst bzw. gequollen sind, besonders deutlich; man braucht nur auf einen Querschnitt, der mit einem befeuchteten sterilen Messer mit sehr dünner Klinge gemacht wird, einmal von den dunklen, einmal von den hellen Partien abzuimpfen. Mag man noch so nahe an die Grenze beider heranrücken, stets wird man dasselbe Resultat haben, dafs nur die der Lösung ausgesetzt gewesenen Kotschichten desinfiziert (kolifrei) sind. Von einer Diffusion in die Tiefe ist keine Rede.

Betrachten wir das Desinfektionsergebnis dieses Versuches nach ca. 7 Std. Selbst bei der Einwirkung 10 proz. Kresolseifenlösung ist das Kotstück erst auf eine Tiefe von 3 — 4 mm aufgeweicht. Bei der Beurteilung der Aufweichung in Kresollösungen mufs man allerdings berücksichtigen, dafs ein Teil des Kotes derart aufgeweicht wird, dafs er den Boden des Gefäfses als Schlammschichte bedeckt. Zentrifugiert man jedoch diesen Bodensatz, so wird man sofort sehen, dafs derselbe auf die ganze Oberfläche des Kotes verteilt nur eine sehr dünne Schicht ausmachen könnte. Bei der Lauge und der Kalkmilch kann man Derartiges nicht beobachten.

Nach der besagten Frist zeigten sich sowohl bei dem Kot in der 5- wie 10 proz. Laugensteinlösung nur im Zentrum einige minimale unveränderte (hellere) nicht desinfizierte Stellen. Die Impfproben nach dieser

(Fortsetzung des Textes auf S. 110.)

Tabelle zu Versuch Nr. 1.

	Desinfektionslösung	5 proz. Kresolseifenlösung	10 proz. Kresolseifenlösung	5 proz. Laugensteinlösung	10 proz. Laugensteinlösung
	Beschaffenheit d. Kotes vor der Desinfektion	30 g fester geformter Kot	30 g fester geformter Kot	35 g fester geformter Kot	31 g fester geformter Kot
3 Stunden	Beschaffenheit d. Kotes nach d. Desinfektion	Höchstens 3 mm tief aufgeweicht	2—3 mm tief aufgeweicht	5—7 mm tief aufgeweicht und dunkelbraun verfärbt	5—7 mm tief aufgeweicht und dunkelbraun verfärbt
	Befund der Gelatineplattenkulturen	Sehr zahlreiche Koli und nichtverflüss. Kol.	Sehr zahlreiche Koli und nichtverflüss. Kol.	Wie bei der 5 proz. Kresolseifenlösung	Spärliche nichtverflüssigende Kolonien
		do.	do.		Zahlreiche Koli und nichtverflüss. Kolonien
		do.	Einzelne Koli, zahlreiche nicht verflüss. Kol.		do.
		Einzelne Koli, zahlreiche nichtverflüss. Kol.	Zahlreich. nichtverflüssigende Kolonien		Einzelne Koli, zahlreiche nichtverflüss. Kol.
7 Stunden 30 Minuten	Beschaffenheit des Kotes nach der Desinfektion	—	Etwa 3—4 mm tief aufgeweicht	Bis auf einen kleinen, heller gefärbten Kern ganz aufgeweicht und dunkel gefärbt	Durch u. durch aufgeweicht und verfärbt, einzelne hirsekorngrofse heller gefärbte Stellen
	Befund der Gelatineplattenkulturen	—	Zahlreiche Koli und nichtverflüssigende Kol.	Einzelne Koli, zahlreiche nichtverflüss. Kol.	Zahlreiche Koli und nichtverflüssigende Kol.
		—	do.	do.	do.
		—	do.	Einzelne nichtverflüss. Kol.	0
		—	Einzelne Koli, zahlreiche nichtverflüss. Kol.	0	0
23 Stunden 30 Minuten	Beschaffenheit des Kotes nach der Desinfektion	—	Etwa 1 cm tief aufgeweicht, beim Durchschneiden stellenweise trockenere Partien	—	—
	Befund der Gelatineplattenkulturen	—	Zahlreiche Koli und nichtverflüssigende Kolonien	—	—
Kontrolle		Sehr zahlreiche Koli und nichtverflüss. Kol.	—	—	—

Zeit wurden absichtlich aus diesen hellen Stellen entnommen, um ihren voraussichtlichen Gehalt an Koli kulturell nachzuweisen.

Nach weiterer Einwirkung bis auf die Dauer von 23 Std. 30 Min. waren die Kotstücke in der 5- und 10 proz. Kresolseifenlösung noch nicht völlig durchweicht und desinfiziert; aus dem Innern konnten in allen vier Proben zahlreiche Koli gezüchtet werden. Von der Untersuchung des Kotstückes in der 5 proz. Kresolseifenlösung wurde hier abgesehen, da ein günstigeres Resultat als bei der 10 proz. nicht zu erwarten war; die Stücke in den Laugenlösungen erwiesen sich bereits nach 7 Std. fast vollständig desinfiziert.

Diesem Versuche will ich noch einige ähnliche folgen lassen, welche gleichfalls zugunsten der Lauge sprechen. Vergleichsweise zog ich bei einzelnen auch 20 proz. Kalkmilch in Betracht.

Versuch Nr. 2.

Ein fester geformter Stuhl nach gemischter Kost wird in zwei Hälften geteilt und eine in 10 proz. Lauge, die andere in 10 proz. Kresolseifenlösung gelegt. Das Ergebnis der Desinfektion ist aus folgender Tabelle ersichtlich.

Tabelle zu Versuch Nr. 2.

Desinfektionslösung		10 proz. Laugensteinlösung	10 proz. Kresolseifenlösung
Beschaffenheit des Kotes nach der Desinfektion		46 g fester geformter Kot	45 g fester geformter Kot
Nach 4 Stunden	Beschaffenheit des Kotes nach der Desinfektion	5—6 mm tief aufgeweicht, innen unverändert.	3—4 mm tief aufgeweicht, mit einer schlammigen Schichte bedeckt. Innen unverändert.
	Befund der Gelatineplattenkulturen	Koli und einzelne Schimmelpilze do. 0 Zahlreiche Schimmel und Koli	Sehr zahlreiche Schimmelpilze, einzelne Koli do. do. Zahlreiche Schimmelpilze u. verflüssigende Kolonien.
Nach 6 Stunden	Beschaffenheit des Kotes nach der Desinfektion	Wie nach 4 Stunden	Wie nach 4 Stunden
	Befund der Gelatineplattenkulturen	Spärliche Koli (Reinkultur) Einzelne Schimmelpilze und Koli Schimmelpilze Schimmelpilze und verflüssigende Kolonien do.	Sehr zahlreiche Schimmel, einzelne Koli do. do. Sehr zahlreiche Schimmel und Koli do.

Fortsetzung der Tabelle Nr. 2.

	Desinfektionslösung	10 proz. Laugensteinlösung	10 proz. Kresolseifenlösung
	Beschaffenheit des Kotes nach der Desinfektion	46 g fester geformter Kot	45 g fester geformter Kot
Nach 23 Stunden	Beschaffenheit des Kotes nach der Desinfektion	Total durchweicht und dunkel gefärbt	Ganz durchweicht bis auf einzelne etwa kirschkerngroſse festere Stellen (Probeentnahme von diesen)
	Befund der Gelatineplattenkulturen	0	Sehr zahlreiche Schimmel, einzelne Koli
		0	Sehr zahlreiche Schimmel
		0	Sehr zahlreiche Schimmel, einzelne Koli

Versuch Nr. 3.

sucht festzustellen, ob bei breiigem Kot eine Desinfektion ohne mechanische Zerkleinerung in der vorgeschriebenen Zeit von zwei Stunden möglich ist. Nachfolgende Tabelle läſst das Ergebnis ersehen. Auch hier fällt die Desinfektion zugunsten der Lauge aus, welche den Kot bis auf einzelne Stellen völlig durchweicht. Die von verschiedenen Punkten abgeimpften Proben ergaben beim Kresolkot sämtliche ein negatives Desinfektionsergebnis, während beim Laugenkot nur drei negativ ausfielen.

Tabelle zu Versuch Nr. 3.

Nr.	10 proz. Laugensteinlösung	10 proz. Kresolseifenlösung
1	Spärliche Koli (Reinkultur)	Koli Reinkultur
2	Eine Koli- u. eine Schimmelpilzkolonie	» »
3	3 nicht verflüssigende Kolonien	» »
4	1 nicht verflüssigende Kolonie	» »
5	0	» »
6	0	» »
7	0	» »
8	Einzelne Koli u. nicht verflüssigende Kolonien	» »
Kontrolle 1	Koli Reinkultur	
» 2	» »	
» 3	» »	

Versuch Nr. 4 u. 5.

sind ähnlich wie der vorige. Einzelheiten sind aus der Tabelle zu entnehmen.

Tabelle zu Versuch Nr. 4.

		10 proz. Kresolseifenlösung	10 proz. Ätznatronlösung	5 proz. Kresolseifenlösung	5 proz. Ätznatronlösung	20 proz. Kalkmilch
Desinfektionsflüssigkeit		10 proz. Kresolseifenlösung	10 proz. Ätznatronlösung	5 proz. Kresolseifenlösung	5 proz. Ätznatronlösung	20 proz. Kalkmilch
Beschaffenheit des Kotes nach der Desinfektion		sehr konsistenter geformter Kot 25 g	wie voriger 25 g	weich geformter Kot 23 g	weich geformter Kot 22 g	ein weiches geformtes und ein festes Stück Kot à 10 g
Nach 3 Stunden	Makroskopisch. Befund	Mit einer Schlammschichte bedeckt, aufgeweicht ungefähr 2—3 mm; das Innere völlig unverändert.	Etwas gequollen und aufgeweicht, ein kleiner Kern unverändert, hell gelb gefärbt; Randzone dunkelbraun.	Wie der Kot in der 10 proz. Kresolseifenlösung, nur stellenweise gar nicht aufgeweicht (Stelle, die am Boden auf lag.)	Etwas gequollen und aufgeweicht, Kern unverändert wie Kot in 10 proz. Laugenlösung.	Oberflächlich wenig arrodiert, das weiche Stück etwas feuchter.
	Befund der Gelatineplattenkultur	Koli Reinkultur (Probe aus d. Kern)	Koli Reinkultur (Probe aus d. Kern)	Koli Reinkultur	Koli Reinkultur (Probe aus d. Kern)	Koli Reinkultur
		do.	Zahlreiche nicht verflüssig. Kolonien	Zahlreiche Koli und verflüssigende Kolonien	Zahlreiche Koli und verflüssigende Kolonien	Einzelne Koli (Reinkultur)
		Zahlreiche nicht verflüssig. Kolonien	do.	do.	Einzelne Koli u. verflüssigend. Kolonien	Koli Reinkultur
		Einzelne verflüssig. Kolonien	θ	einzelne Koli, zahlr. verflüssig. Kolonien	Einzelne nicht verflüssigend. Kolonien	Einzelne Koli und verflüssig. Kolonien

Tabelle zu Versuch Nr. 5.

Des-Infekt.-Lösung	5 proz. Kresolseifenlösung	5 proz. Lauge Ätznatron	20 proz. Kalkmilch
Beschaffenheit des Kotes vor der Desinfektion	40 g breiig weicher Kot	42 g breiig weicher Kot	37 g breiig weicher Kot
3 Stunden nach der Desinfektion	Scheinbar ganz durchweicht. Oberflächlich mit einer schlammigen Schichte bedeckt. Riecht noch fäkulent.	Sehr weich, fadenziehend, stark gequollen, dunkelbraun verfärbt, im Innern einige hellere Stellen. Geruch fäkulent.	Oberflächlich etwas aufgeweicht, die inneren Partien scheinbar ganz unverändert. Geruch fäkulent.
3 Stunden Befund der Gelatineplattenkulturen	Koli Reinkultur do. do. do.	Koli Reinkultur do. do. Einzelne Koli, einige nicht verflüssigende Kolonien.	Koli Reinkultur do. do. einige Koli und zahlreiche nicht verflüssigende Kolonien
Kontrolle	Koli Reinkultur do. do.		

Aus diesen Versuchen, von denen ich nur sehr wenige wiedergegeben habe, geht zur Genüge hervor, dafs die Lauge für Fäkalien ein weit zuverlässigeres Desinfektionsmittel ist als es die 5 oder 10proz. Kresolseifenlösung und die 20proz. Kalkmilch sind. Ihre Tiefenwirkung ist in derselben Zeit beträchtlich gröfser, da sie im Vergleich zu den erwähnten Mitteln Kot rascher zur Aufweichung zu bringen vermag. Allerdings ist auch mit der Laugenstein- (Atznatron-) Lösung auch in stärkeren Konzentrationen eine sehr rasche Desinfektion geformter Fäkalien ohne vorheriges Zerkleinern nicht möglich, ein neuer Beweis dafür, wie schwer eine vollständige Unschädlichmachung konsistenterer Entleerungen ist.

Nun schreiben aber die verschiedenen Desinfektionsverordnungen ein »gründliches Vermischen« mit dem Desinfiziens vor. Wörtlich darf dies bei festen Fäkalien natürlich nicht genommen werden, da es, wie ich mich vielfach überzeugt habe, nicht gelingt, ohne umständliche Manipulationen zähe Fäzes mit irgend

einem Desinfiziens zu mischen. Man wird sich hier darauf beschränken müssen, mit einem Holzspatel oder einem ähnlichen Instrument den Kot zu zerkleinern oder breitzuquetschen. Auf diese Weise müfste man ja der Desinfektion wesentlichen Vorschub leisten und vielleicht sind Kresolseifenlösung und Kalkmilch nunmehr imstande, derart präparierten Kot in der vorgeschriebenen Zeit zu desinfizieren?

Eine Antwort auf diese Frage konnte wieder nur eine gröfsere Reihe von Versuchen geben, die im folgenden angeführt seien.

V. Desinfektionsversuche an zerkleinerten Fäkalien.

Um die Verhältnisse in der Praxis vollkommen nachzumachen, nahm ich zwei porzellanene Stehbecken, wie sie in Krankenhäusern üblich sind, gofs auf den Boden derselben eine geringe Menge eines Desinfiziens und liefs die Stühle samt dem Harn darin auffangen. Dann wurde der Kot mittels eines Spatels zerkleinert und breitgequetscht und von dem Desinfektionsmittel soviel darauf geschüttet, bis der Kot völlig bedeckt war. Das Zerkleinern des Kotes ist ein recht umständliches Verfahren, namentlich wenn derselbe einigermafsen zäh ist, und ein Umherspritzen von Flüssigkeit nur schwer zu vermeiden.

Auf diese Art verfuhr ich bei sämtlichen folgenden Versuchen. Die Probeentnahme erfolgte in der Weise, dafs mit einem Löffel einzelne Partien herausgeschnitten wurden, die ich wie sonst so lange mit sterilisiertem Wasser abspülte, bis die oberflächlichen, von dem Desinfiziens beeinflufsten Schichten weggeschwemmt waren. Von dem Rest impfte ich auf Gelatine ab und gofs Platten.

1. Versuche mit 10 proz. Kresolseifenlösung.

Versuch Nr. 1.

Ein Stuhl, teils breiig weich, teils fest geformt, wird samt dem Harn in einem Stechbecken aufgefangen, nachdem zuvor ca. 200 — 300 ccm einer 10 proz. Kresolseifenlösung in das Becken gegossen worden waren. Nachher wurde

der Kot, soweit er weich war, mit dem Desinfiziens gründlich verrührt, die festeren Partien mit einem Holzspatel zerkleinert und zerquetscht, und nun die Menge der Kresolseifenlösung auf einen Liter ergänzt. Nach 2, 4 und 6 Std. erfolgte die Probeentnahme.

Nach 2 Std. waren die zäheren Stücke immer ganz unverändert, es gingen zahlreiche Koli an, ebenso nach 4 Std. Nach 6 stündiger Einwirkung war nur mehr eine Probe kolihaltig.

Nach 2 Stunden	nach 4 Stunden	nach 6 Stunden	Kontrolle
Zahlreiche Koli und verflüssigende Kolonien.	Zahlreiche Koli, einzelne verflüssig. Kolonien.	Mehrere Schimmelpilze, 1 Koli, einige verflüssig. Kolonien.	Sehr zahlreiche Koli, einzelne verflüssigende Kolonien
Koli Reinkultur.	do.	4 verflüssigende Kolonien.	
Mehrere Koli, einzelne verflüssigende Kolonien.	Einzelne Schimmelpilze und verflüssigend. Kolonien	θ	
Einzelne verflüssig. Kolonien.	θ	θ	

Versuch Nr. 2.

Derber fester Kot samt Harn im Stechbecken aufgefangen; wie im vorigen Versuch 10 proz. Kresolseifenlösung ausgesetzt.

Nach 2 und 4 Std. erfolgt die Probeentnahme. Die Besichtigung des Kotes ergab, dafs nur die ganz plattgequetschten und zerkleinerten Brocken durchweicht waren, Stücke von etwa Kirschgröfse erwiesen sich im Innern vollkommen unverändert, auf den Platten gingen Koli auf.

Nach 2 Stunden	Nach 4 Stunden	Kontrolle
Einige verflüssigende Kolonien und Koli.	Zahlreiche Koli und nicht verflüssigende Kolonien	Sehr zahlreiche Koli, mehrere verflüssigende Kolonien.
do.	5 verflüssigende Kolonien, 4 Koli.	—
Einzelne verflüssigende Kolonien.	Mehrere verflüssigende Kolonien.	—
do.	—	—

Versuch Nr. 3.

Breiig weicher, teils weicher geformter Kot samt Harn in ein Stechbecken abgesetzt mit einem Liter 10 proz. Kresolseifenlösung mittels Spatels verrührt. Selbst nach 27 Std. lassen sich aus einzelnen gröberen Stücken noch Koli züchten. Die

abgespülten Bröckel riechen beim Zerquetschen zwischen zwei Objekt trägern noch deutlich fäkulent.

Nach 2 Stunden	Nach 3 Stunden	Nach 4 Stunden	Nach 27 Stdn.	Kontrolle
Koli Reinkultur.	Eine Koli-Kolonie.	Einige Koli und nicht verflüssig. Kolonien.	Einige Koli und verflüssigende Kolonien.	Koli Reinkultur
do.	Koli Reinkultur.	Mehrere nicht verflüssigende Kolonien, einzelne Koli.	Einzelne verflüssigende Kolonien.	—
Einzelne nicht verflüssigende Kolonien.	Einige Koli und verflüssigende Kolonien.	Einige verflüssigende Kolonien.	do.	—
Einzelne Koli und nicht verflüssigende Kolonien.	Einige nicht verflüssigende Kolonien.	0	—	—

Versuch Nr. 4.

Weicher, geformter Kot samt Harn wird in ein Stechbecken abgesetzt, behandelt wie bei den übrigen Versuchen mit 10 proz. Kresolseifenlösung. Das Verrühren mit dem Desinfiziens gelingt hier bedeutend besser, dennoch sind selbst nach fünfstündiger Einwirkung der Desinfektionslösung einzelne Partien noch kolihaltig.

Nach 2 Stunden	Nach 3 Stunden	Nach 5 Stunden	Kontrolle
Koli Reinkultur.	Koli Reinkultur.	Koli Reinkultur	Koli Reinkultur
Sehr zahlreiche Koli und nicht verflüssig. Kolonien.	do.	Zahlreiche Koli und verflüssigende Kolonien.	—
do	do.	Zahlreiche verflüssigende Kolonien.	—
do.	do.	do.	—

Versuch Nr. 5.

Weicher, geformter Kot, samt Harn in das Stechbecken abgesetzt, wird, nachdem der Boden des Beckens zuvor mit einer geringen Menge des Desinfiziens bedeckt worden, mit ungefähr einem Liter 10 proz. Kresolseifenlösung übergossen, verrührt und zerkleinert bis auf ca. 1 ccm große Stücke.

Nach vierstündiger Einwirkung sind einzelne Brocken noch kolihaltig, wie aus nachfolgender Tabelle zu entnehmen.

Nach 4 Stunden	Nach 3 Stunden	Nach 4 Stunden	Kontrolle
Sehr zahlreiche Koli, einzelne verflüssigend. Kolonien	Sehr zahlreiche Koli und verflüssig. Kolonien.	Einzelne Koli, zahlreiche verfl. Kolon. und Schimmelpilze	Sehr zahlr. Koli, einzelne verflüss. Kolonien
do.	do.	do.	Koli Reinkultur
Zahlreiche Koli, einzelne verflüssig. Kolonien und Schimmelpilze.	do.	0	—
do.	Zahlreiche Koli, verflüssig. Kolonien und Schimmelpilze.	0	—

Versuch Nr. 6.

Sehr zäher, geformter Kot nach gemischter Nahrung ohne gröbere Schlaken, wie im vorigen Versuch behandelt zeigt nach sechs Stunden in sämtlichen Proben Kolibakterien.

Nach $2^1/_4$ Stunden	Nach 4 Stunden	Nach 6 Stunden	Kontrolle
Koli Reinkultur	Koli Reinkultur.	Koli Reinkultur.	Koli Reinkultur
do.	do.	do.	do.
do.	Sehr zahlreich. Koli, einige verflüssigend. Kolonien.	do.	—
Sehr zahlreich. Koli, einzelne nicht verflüssigend. Kolonien	do.	Zahlreiche Koli, einzelne verflüssig. Kolonien.	—

Nach den wenig günstigen Resultaten, die ich bei meinen Versuchen über die Tiefenwirkung bei 5 und selbst 10proz. Kresolseifenlösung erhalten hatte, unterliefs ich es, in den letzten Versuchen mit 5proz. Kresolseifenlösung zu arbeiten, da diese durch den Harn noch mehr verdünnt werden mufste und die erwünschte Desinfektion noch längere Zeit in Anspruch genommen hätte. Die Versuche mit der 10proz. Lösung beweisen zur Genüge, dafs bei gewissenhaftester Befolgung der Vorschriften selbst mit der doppelt starken Desinfektionslösung eine völlige Unschädlichmachung der Fäzes nicht zu erzielen ist.

2. Versuche mit 20proz. Kalkmilch.

Dazu wurde höchstens 4—5 Tage alte Kalkbrühe verwendet, die ich in einer gut verkorkten Flasche aufbewahrt hatte. Die Herstellung erfolgte nach Pfuhls älterer Vorschrift aus ungelöschtem Ätzkalk.

Versuch Nr. 1.

Ein sehr fester und trockener Kot samt Harn wird in einem Stechbecken mit einem Liter 20proz. Kalkbrühe zerkleinert, breitgequetscht und nach Möglichkeit verrührt. Nach 2, 3, 4, 6 Std. entnahm ich Proben, die ich, wie in allen übrigen Versuchen, abspülte und auf Gelatine verimpfte.

Nach 2 Stunden	Nach 3 Stunden	Nach 4 Stunden	Nach 6 Stunden
Koli sehr zahlreich, ebenso verflüssig. Kolonien.	Koli Reinkultur.	Koli sehr zahlreich, einzelne verflüssig. Kolonien.	Sehr zahlreiche verflüss.Kolonien, einzelne Koli.
do.	do.	Koli sehr zahlreich, ebenso verflüssig. Kolonien.	do.
do.	Sehr zahlreiche Koli und verflüssigende Kolonien.	do.	Nur verflüssigend. Kolonien.
do.	do.	do.	0
Kontrolle	Sehr zahlreiche Koli u. einzelne verflüssigende Kolonien.		

Versuch Nr. 2.

Weicher, geformter Kot samt Harn wie in den vorigen Versuchen mit 20proz. Kalkmilch desinfiziert. Nach 4 Std. völliges Fehlen von Kolibakterien.

Nach 2 Stunden	Nach 3 Stunden	Nach 4 Stunden	Kontrolle
Koli Reinkultur	Zahlreiche Koli, einzelne verflüssig. Kolonien.	Ausschliefslich verflüssigende Kolonien.	Koli Reinkultur
do.	do.	do.	—
do.	Koli Reinkultur.	do.	—
do.	—	0	—

Versuch Nr. 3.

Sehr harter, trockener Kot samt Harn, wie in den vorigen Versuchen behandelt. Nach 2, 4, 6 und 7stündiger Einwirkung waren Proben entnommen, die sich sämtliche als kolihaltig erwiesen. Einzelne ca. 1 ccm grofse Brocken zeigen auf dem Durchschnitt nicht die geringste Veränderung, nur erscheint die Oberfläche bis auf 2—3 mm Tiefe etwas aufgeweicht.

Kleinere Bröckelchen sind völlig durchweicht. Eine Probeentnahme von diesen unterliefs ich, da ich von anderen Versuchen die Erfahrung hatte, dafs sie kolifrei und entweder steril, oder nur verflüssigende Bakterien enthalten.

Nach 2 Stunden	Nach 4 Stunden	Nach 6 Stunden	Nach 7 Stunden
Koli Reinkultur.	Koli Reinkultur.	Koli Reinkultur.	Koli Reinkultur
do.	do.	do.	do.
do.	0	Sehr zahlreich. Koli, einzelne verflüssig. Kolonien.	Zahlreiche Koli und verflüssigende Kolonien.
0	0	do.	0

Kontrolle: Koli Reinkultur.

Auffallend war in diesem Versuch, dafs einzelne Proben, obwohl sie aus der Mitte der Kotbröckel stammten, steril blieben. Wie bereits betont, zeigte die nach Beendigung des Versuches vorgenommene Durchschneidung mehrerer Brocken, dafs diese in ihrem Inneren vollkommen unverändert waren. An ein Eindringen des Desinfiziens war nicht zu denken, vielmehr dürfte es sich um die mehrfach beschriebene Tatsache handeln, dafs in sehr lange im Darm verbliebenen Kotpartien durch verschieden gedeutete Einflüsse ein Absterben der Mikroorganismen eintritt. Leider wurde bei diesem Versuch nur eine Kontrollplatte angelegt, auf der Koli angingen, so dafs obige Deutung nicht vollkommen einwandsfrei erscheint.

Versuch Nr. 4.

Zäher, sehr konsistenter Kot samt Harn, wie oben desinfiziert. Nach 3, 5, 6 Std. einzelne Stücke noch kolihaltig.

Nach 3 Stunden	Nach 5 Stunden	Nach 6 Stunden	Kontrolle
Koli Reinkultur.	Zahlreiche Koli u. nicht verflüssigend. Kolonien.	Einzelne Koli, zahlreiche verflüssig. Kolonien.	Koli sehr zahlreich, einzelne verflüssig. Kolonien
do.	Zahlreiche Koli, verflüssig. und nicht verflüss. Kolonien.	do.	—
Koli in überwieg. Mehrzahl, Rest verflüss. Kolonien.	Einzelne Koli, zahlreiche verflüss. Kolonien.	do.	—
do.	do.	Verflüss. Kolonien.	—

Versuch Nr. 5.

Weicher, geformter Kot samt Harn, läfst sich leicht vermengen mit der Kalkmilch, nach 4 Std. sind sämtliche Proben kolifrei.

Nach 2 Stunden	Nach 4 Stunden	Nach 6 Stunden	Kontrolle
Koli Reinkultur.	Nur verflüssigende Kolonien.	Ausschliefslich verflüssig. Kolonien.	Koli Reinkultur.
do.	do.	do.	do.
do.	do.	Verflüss. Kolonien, einzelne Schimmelpilze.	—
Sehr zahlreiche Koli, einzelne verflüssig. Kolonien.	do.	0	—

Versuch Nr. 6.

Ein zäher, konsistenter, geformter Stuhl ohne gröbere Schlacken wird samt dem Harn mit einem Liter Kalkmilch nach vorhergegangener Zerkleinerung desinfiziert. Nach 5 Std. sind die kleineren Bröckel total aufgelöst, nach 7 Std. auch die gröfseren stark arrodiert und aufgeweicht.

Nach 2 Stunden	Nach 3 Stunden	Nach 5 Stunden	Nach 7 Stunden
Sehr zahlreiche Koli, einzelne Schimmelpilze.	Zahlreiche Koli, einige Schimmelpilze.	Zahlreiche Koli, Schimmelpilze, verflüssig. Kolonien.	Einzelne Schimmelpilze und verflüssig. Kolonien.
do.	do.	Zahlreiche Koli u. Schimmelpilze.	Zahlr. Schimmelpilze, einzelne verflüssig. Kolonien.
do.	Zahlr. Koli, einige Schimmelpilze und verflüssig. Kolonien.	do.	do.
do.	do.	do.	do.
—	—	do.	do.

Bei sämtlichen Versuchen mit Kalkmilch trat bei gleichzeitiger Anwesenheit von Harn deutlicher Ammoniakgeruch auf, von einer Desoderisation, welche manche Autoren betonen, konnte ich bei meinen Versuchen nichts bemerken.

3. Versuche mit Ätznatron (Laugensteinlösung).

Beträchtlich günstiger fielen die Versuche mit diesem Desinfiziens aus. Waren auch meine Erwartungen nicht vollkommen erfüllt, gelang es auch nicht, in der vorgeschriebenen Zeit von 2 Stunden nach vorhergegangener Zerkleinerung und

Zerquetschung des Kotes denselben frei von Kolibakterien zu bekommen, so war doch eine raschere Desinfektion möglich als mit Kalkmilch und selbst der doppelt so starken Kresolseifenlösung, als sie die verschiedenen Desinfektionsordnungen vorschreiben.

Die folgenden Versuche sind teils mit 5proz., teils mit 10proz. oder 15proz. Laugensteinlösung angestellt, die Anordnung dieselbe wie bei den angeführten Versuchen.

Versuch Nr. 1.

Derber fester Kot nach gemischter Kost ohne gröbere Schlacken samt Harn mit einem Liter 5proz. Laugensteinlösung übergossen, zerkleinert und breitgequetscht. Kleinere Bröckel sind nach 2 Std. völlig aufgeweicht, gröbere im Innern noch unverändert; selbst nach 4- und 6stündiger Einwirkung gelingt die Desinfektion nicht.

Nach 2 Stunden	Nach 4 Stunden	Nach 6 Stunden	Kontrolle
Koli Reinkultur.	Koli Reinkultur.	Koli Reinkultur.	Koli Reinkultur.
do.	do.	Zahlreiche Koli und verflüssigende Kolonien.	Zahlreiche Koli, einzelne verflüss. Kolonien.
Zahlreiche Koli, einzelne verflüssig. Kolonien.	do.	do.	—
do.	Sehr zahlr. Koli, einige verflüssigend. Kolonien.	do.	—

Bei diesem wie bei allen übrigen Versuchen impfte ich nur von jenen Stellen ab, die vom Desinfiziens unbeeinflufst aussahen. Bei Verwendung der Lauge ist dies leicht zu erkennen, da der desinfizierte Kot dunkler aussieht, gequollen und zähschleimig wird. Übrigens lassen sich die veränderten Partien abspülen, und es bleibt der undesinfizierte Rest zurück.

Versuch Nr. 2.

Weicher, geformter Kot nach gemischter Kost ohne gröbere Schlacken samt Harn im Stechbecken mit einem Liter 5proz. Laugensteinlösung übergossen und gut verrührt. Nach 2, 4 und selbst 6stündiger Einwirkung gelingt es nicht, den Kot kolifrei zu bekommen.

Nach 2 Stunden	Nach 4 Stunden	Nach 6 Stunden	Kontrolle
Koli Reinkultur.	Koli Reinkultur.	Einzelne Koli, mehrere verflüssig. Kolonien.	Koli Reinkultur.
do.	do.	do.	—
Zahlreiche Koli, einzelne verflüssig. Kolonien.	do.	Vorwieg. verflüssig. Kolonien, mehrere Schimmelpilze.	—
do.	Vorwiegend Koli, zahlreiche verflüss. Kolonien.	0	—

Versuch Nr. 8.

Derber fester Kot (Skybala) samt Harn im Stechbecken mit 10 proz. Laugensteinlösung behandelt.

Da es sich in diesem Falle um kleinere Stücke (Schafkot) handelt, so gelingt die Desinfektion bereits nach 2 Std. Einzelne dieser Skybala, einer 10 proz. Kresolseifenlösung ausgesetzt, werden trotz Auseinanderquetschung selbst nach 4 Std. noch nicht frei von wachstumsfähigen Koli.

10 proz. Laugensteinlösung.

Nach 2 Stunden	Nach 4 Stunden	Kontrolle
Eine nicht verflüssigende Kolonie.	2 nicht verflüssigende Kolonien.	Zahlreiche Koli, einzel. verflüssig. und nicht verflüssig. Kolonien.
Eine verflüssigende Kolonie.	1 verflüssigende Kolonie.	—
0	0	—
Eine verflüssigende Kolonie.	—	—

10 proz. Kresolseifenlösung.

Nach 2 Stunden	Nach 4 Stunden	Kontrolle
Einige verflüssigende Kolonien und Koli.	Zahlreiche Koli und verflüssigende Kolonien.	Koli u. verflüssigende Kolonien.
Vorwiegend verflüssigend. Kolonien, mehrere Koli.	Ausschliefslich verflüssig. Kolonien.	—
Vorwiegend verflüssigend. Kolonien, einzelne Koli.	3 verflüssigende Kolonien, 2 Koli.	—
Ausschliefslich verflüssig. Kolonien.	0	—

Versuch Nr. 4.

Breiiger, teils weicher, geformter Kot nach gemischter Nahrung samt Harn in ein Stechbecken abgesetzt, mit einem Liter 15proz. Laugensteinlösung übergossen und zerquetscht.

Nach 2 1/2 Std. ist eine Probe kolihaltig, nach 3 1/2 Std. sind sämtliche Proben desinfiziert.

Nach 2 1/2 Stunden	Nach 3 1/2 Stunden	Kontrolle
2 verflüssigende Kolonien.	0	Koli Reinkultur.
2 Koli, zahlr. Schimmelpilze, mehrere nicht verflüssigende Kolonien.	0	—
2 Schimmelpilze, 2 verflüssigende Kolonien.	0	—
0	Eine nicht verflüssigende Kolonie.	—

Versuch Nr. 5.

Weicher, geformter Kot nach gemischter Nahrung samt Urin im Stechbecken mit 10proz. Laugensteinlösung übergossen, breitgequetscht und durchgerührt.

Nach 2 1/2 Stunden	Nach 4 1/2 Stunden	Kontrolle
Mehrere verflüssigende Kolonien.	Einige verflüssigende Kolonien.	Koli Reinkultur.
3 verflüssigende Kolonien, 1 nicht verflüssigende.	einige verflüssig. Kolonien, 1 nicht verflüssigende.	—
2 verflüssigende Kolonien.	0	—
0	0	—

Versuch Nr. 6.

Fester, geformter Kot nach gemischter Nahrung ohne gröbere Schlacken samt Harn in ein Stechbecken abgesetzt, wird mit 10proz. Laugensteinlösung desinfiziert nach vorhergegangener Zerkleinerung und Zerquetschung.

Nach 2 1/4 Std. werden fünf Proben entnommen; der Kot erweist sich undesinfiziert, namentlich sind die gröberen etwa 1 cm dicken Stücke im Zentrum ganz unverändert. Ebenso sind nach 3 Std. noch einige Proben stark kolihaltig. Nach 5 1/2 Std. gehen keine Koli mehr an.

Nach 2 1/4 Stunden	Nach 3 Stunden	Nach 5 1/2 Stunden	Kontrolle
Koli Reinkultur.	Koli Reinkultur.	1 verflüssig. Kolonie	Koli Reinkultur.
do.	do.	2 » »	—
do.	1 nicht verflüssig. Kolonie.	0	—
do.	3 do.	0	—
do.	4 do.	0	—

Versuch Nr. 7.

Ein derber, sehr konsistenter Kot nach gemischter Kost samt Harn wird mit 15proz. Laugensteinlösung desinfiziert. Die nach 2 Std. entnommenen Proben sind kolihaltig, die nach 3 Std. erweisen sich bereits frei davon. Der Kot wurde in Bröckel von ca. 1 ccm Gröfse zerkleinert.

Nach 2 Stunden	Nach 3 Stunden	Nach 4 Stunden	Kontrolle
Koli Reinkultur.	2 verflüss. Kolonien.	3 verflüss. Kolonien.	Koli Reinkultur.
do.	1 » »	2 » »	—
do.	3 » »	0	—
do.	0	0	—
Sehr zahlreich. Koli, einzelne nicht verflüssig. Kolonien.	—	—	—

Versuch Nr. 8.

Sehr harter trockener Kot nach gemischter Kost samt Harn mit 10proz. Laugensteinlösung im Stechbecken desinfiziert, erweist sich nach 3stündiger Einwirkung des Desinfiziens als kolifrei.

Die Zerkleinerung des Kotes ging in diesem Falle sehr leicht vor sich, da derselbe infolge seiner Trockenheit beim Breitquetschen förmlich zerfiel. Die einzelnen Bröckel waren kleiner als 1 ccm.

Nach 2 Stunden	Nach 3 Stunden	Nach 4 Stunden	Kontrolle
Zahlreiche Koli, einzelne verflüssig. Kolonien.	Einzelne verflüssig. Kolonien.	Einige verflüssig. Kolonien.	Koli sehr zahlr., einzelne verflüss. Kolonien.
do.	do.	do.	—
do.	do.	do.	—
do.	0	do.	—
0	0	—	—

Versuch Nr. 9.

Zäher, geformter Kot nach gemischter Kost samt Harn, wie im vorigen Versuch behandelt, ist nach 3 Stunden kolifrei.

Nach 1 Stunde	Nach 2 Stunden	Nach 3 Stunden	Kontrolle
Koli Reinkultur.	Koli Reinkultur	Einige verflüssig. Kolonien.	Koli Reinkultur.
do.	do.	do.	—
do.	Einzelne Koli und verflüssig. Kolonien.	do.	—
do.	do.	—	—
do.	0	—	—

Versuch Nr. 10.

Zäher, sehr konsistenter Kot, nach gemischter Nahrung ohne gröbere Schlacken, erweist sich, mit einem Liter 15 proz. Laugensteinlösung desinfiziert, in 3 Std. als kolifrei.

Nach 2 Stunden	Nach 3 Stunden	Nach 4 Stunden	Kontrolle
Koli Reinkultur.	Zahlreiche verflüss. Kolonien.	Einzelne verflüssig. Kolonien.	Koli Reinkultur.
do.	2 verflüss. Kolonien.	θ	—
Zahlreiche Koli und verflüssig. Kolonien.	θ	θ	—
θ	—	—	—

Die Versuche, deren ich noch mehrere anführen könnte, beweisen, dafs es selbst einem so starken Lösungsmittel, wie es die 10proz. Lauge ist, nicht gelingt, Fäkalien in der Zeit von 2 Stunden zu desinfizieren; hingegen war die 15proz. Ätznatronlösung in sämtlichen Fällen imstande, in der Frist von 3 Stunden die Kotproben kolifrei zu machen.

Allerdings war auch hierbei eine gründliche Zerkleinerung des Kotes nötig. Bei zähem, konsistentem Kote ist dies nur mit Schwierigkeiten möglich, man müfste denn ein schneidendes Instrument zur Hand nehmen. Ein einfaches Breitquetschen ist aus dem Grunde nicht genügend, weil dabei die Fäkalmassen am Boden des Stechbeckens festkleben und die Desinfektionslösung nur von einer Seite Zutritt hat. Es ist also vorerst eine Zerkleinerung nötig, die einzelnen Stücke müssen dann breitgequetscht werden, wobei darauf zu achten ist, dafs sie nicht am Boden ankleben.

Es fragt sich nun, wie grofs dürfen die Stücke im ungünstigsten Falle sein, um durch 15proz. Lauge binnen 3 Stunden desinfiziert zu werden?

In meinen Versuchen, für die ich meist sehr konsistente Stühle ausgesucht habe, genügte eine Zerkleinerung auf eine Gröfse von ungefähr 1 ccm.

Ich zweifle nicht daran, dafs man hier und da auch ein negatives Resultat bekommen wird, wenn es sich um einen ganz

besonders trockenen oder vielleicht sehr zähen Stuhl handelt, doch kann ich behaupten, dafs nach meinen Versuchen, wie es aus den Tabellen ersichtlich ist, die Lauge für Stühle ein weit kräftiger wirkendes Desinfiziens ist, als es Kresolseifenlösung oder Kalkmilch sind. Manchen (scheinbar fettreichen) Stühlen gegenüber erweist sich das Ätznatron als sehr vorteilhaft, während andere Desinfizientien nur schwer angreifen.

Wie steht es nun mit der Verwendung der Lauge in der Desinfektionspraxis? Es ist hier nicht das erste Mal, dafs höherprozentige Alkalilösungen zu Desinfektionszwecken, namentlich für Fäkalien, herangezogen werden. Den Uffelmannschen Jahresberichten über die Fortschritte der Hygiene konnte ich mehrere Arbeiten entnehmen, die sich mit der Desinfektion von Fäkalien mittels Laugen befassen. Ich will auf deren Wiedergabe verzichten, da sie für uns, die wir nicht mehr eine Abtötung sämtlicher Keime, also auch der Saprophyten verlangen, weniger Wert haben.

Unter den Laugen wurde auch Aschenlauge empfohlen, so namentlich von v. Gerlóczy(19), der sich über ihre Verwendbarkeit wie folgt äufsert: »Ebenso[1]) nachdrücklich kann ich als Desinfektionsmittel die aus Asche bereitete Lauge empfehlen. Starke Lauge desinfiziert frische Exkremente, auch wenn sie kalt ist. Siedendheifse Lauge aber mufs zu den wirksamsten und am schnellsten wirkenden Desinfektionsmitteln gezählt werden.«

Für die Desinfektion frischer Exkremente hält v. **Gerlóczy** angezeigt eine dreifache Menge siedender Lauge (1 Teil Asche auf 2 Teile Wasser).

Heute ist die Lauge in der Reihe der offiziellen Desinfektionsmittel nicht mehr genannt, und in den verschiedenen Verordnungen und Erlassen über Desinfektion heifst es nur: Die Verwendung anderer als der angeführten Desinfektionsmittel bleibt dem Ermessen des Amtsarztes überlassen, womit auch den Laugen als allfälligen Desinfizientien ein Platz konzediert wird.

Die Ursachen, weshalb dieselben immer mehr und mehr in den Hintergrund gedrängt wurden, sind wohl in der grofsen

1) Gemeint ist $CuSO_4$.

Atzwirkung und in ihrer Unfähigkeit, zu desodorisieren, zu suchen. Aus diesem Grunde dürfte auch in absehbarer Zeit die Kalkmilch als Desinfiziens für Fäkalien verlassen werden; den Anfang hierzu sehen wir bereits in dem Preufsischen Gesetz, betr. die Bekämpfung übertragbarer Krankheiten, vom 28. August 1905. Die sonst für Fäkaliendesinfektion allgemein anempfohlene Kalkmilch vermissen wir im II. Abschnitt, Anwendung der Desinfektionsmittel im einzelnen. 1. Alle Ausscheidungen der Kranken ...... sind mit verdünntem Kresolwasser oder durch Siedehitze zu desinfizieren.

Wie verhält es sich nun mit der Laugensteinlösung? Leider treffen dieselben Einwände, die gegen die Kalkmilch von vielen Seiten erhoben wurden, in noch erhöhterem Mafse bei Laugen zu, und ich kann trotz der günstigen Resultate, die die Desinfektionsversuche mit diesem Mittel ergeben haben, dasselbe nicht unbedingt anempfehlen.

Die von mir verwendeten Lösungen ätzen empfindlich, schädigen selbstverständlich die Wäsche, erzeugen auf dem Fufsboden Flecken — ein Herumspritzen ist ja doch nicht immer zu vermeiden —, ihre Herstellung ist umständlicher als die des Kresolwassers z. B. Mit allen diesen Übelständen könnte man sich schliefslich noch abfinden, wenn uns nicht, namentlich bei gleichzeitigem Vorhandensein von Harn, durch die Desinfektion mit Lauge eine Ammoniakquelle entstehen würde, die dieses Verfahren in Wohnungen unmöglich macht.

Anderseits hat die 15proz. Lauge den bereits wiederholt betonten Vorzug der gröfseren Tiefenwirkung und mithin auch der rascheren Desinfektionskraft vor den anderen Mitteln voraus. Auch darf nicht vergessen werden, dafs der Preis des Ätznatrons ein sehr geringer, pro 1 kg 50 Pf., jener der Kresolseifenlösung pro 1 kg M. 1,05. Zur Herstellung eines Liters 15proz. Laugensteinlösung würde man also nicht ganz um 8 Pf. Ätznatron verbrauchen. Von einer 5 und 10proz. Kresolseifenlösung kostet je ein Liter ca. 5 und 10,5 Pf., wobei man nicht aufser acht lassen darf, dafs beide Konzentrationen in ihrer Desinfektionskraft der Ätznatronlösung nachstehen. Auch einen anderen

Vorteil hätte die Lauge. Meiner Ansicht nach könnte sich das Publikum mit diesem Desinfektionsmittel rasch befreunden. Die reinigende Kraft der Lauge ist allgemein bekannt, in jedem Haushalt wird das eine oder andere Mal irgend etwas mit Lauge geputzt, das Mittel an und für sich ist geruchlos. Gegen Phenole hingegen besteht vielfach eine ausgesprochene Abneigung, da der Geruch derselben vielen Leuten unausstehlich ist; bei der Lauge käme dieser Übelstand in Wegfall.

Nach diesen Erörterungen tritt an uns die Frage heran: Für welches Mittel sollen wir uns entscheiden, wenn wir Fäkalien zu desinfizieren haben, und sollen wir in allen Fällen für eine vollständige Unschädlichmachung sämtlicher pathogener Keime eintreten? Man könnte sich ja denken: wenn die Kalkmilch oder das Kresol auch nicht in der vorgeschriebenen Zeit von 2 Stunden feste Stühle vollkommen frei von pathogenen Keimen zu machen imstande sind, so dürfte doch die Desinfektion der obersten Schichten genügen, um eine Infektion durch Berühren hintanzuhalten, zumal ein Verspritzen bei konsistenten Stühlen nicht zu befürchten ist. Werden derartige, nur unvollständig desinfizierte Entleerungen dann einem richtig angelegten Abfuhrsystem übergeben, so ist die Möglichkeit einer Infektion ausgeschaltet. Wir sehen also, daſs sich unser Verhalten in der Fäkaliendesinfektion nach der Art der Abfuhr zu richten haben wird, die an dem betreffenden Orte herrscht, wo desinfiziert werden soll.

Einwandsfrei gebaute Abfuhrsysteme bieten für die Verbreitung von pathogenen Keimen und mithin für Infektion entschieden wenig Gelegenheit, wie bereits Gärtner (a. a. O.) betont. Wieweit ein jeweiliges System allen Anforderungen der Hygiene entspricht, lehrt der längere Gebrauch desselben.

Daſs das vielfach in Verwendung stehende Tonnensystem zu Infektionen Veranlassung gibt, ist eine öfters gemachte Beobachtung. So soll z. B. nach einer von Roehling zusammengestellten Statistik in der Stadt Leicester([20]) beim Ausbruch einer Typhusepidemie in Häusern mit Tonnensystem die Typhushäufigkeit mehr als doppelt so groſs gewesen sein als in Häusern mit

Wasserklosetts. In einem anderen Falle stellte sich das Verhältnis für die mit Tonnen versehenen Häuser als noch sehr viel ungünstiger heraus.

Noch viel schlimmer als mit mangelhaft funktionierenden Systemen in der Stadt steht es mit der Abfuhr der Fäkalien auf dem Lande. Das fast allgemein gehandhabte Verfahren, die Senkgruben auszuschöpfen und das Abführen des Inhalts auf Acker gibt, trotzdem es von mancher Seite in Abrede gestellt wird, zweifellos zu Infektionen Veranlassung, und eine möglichst weitgehende Einschränkung in der Zufuhr infektiösen Materials zu den Senkgruben läfst sich nur dadurch erreichen, dafs wir eine Abtötung sämtlicher infektiöser Keime in den Stühlen verlangen.

Wo es sich um möglichst rasche Desinfektion handelt, und wo gleichzeitig die Gelegenheit gegeben ist, die Stechbecken an einem luftigen Ort aufserhalb der Wohnräume stehen zu lassen, da wird man, falls es konsistentere Fäkalien zu desinfizieren gibt, Lauge als Desinfiziens benutzen dürfen. Für die übrigen Fälle wird die Kresolseifenlösung als bisher unübertroffenes Desinfektionsmittel nach wie vor zu gebrauchen sein. Aber auch für diese wird es von Vorteil sein, eine bestimmte maximale Einwirkungsdauer zu normieren, die auf die Desinfektion konsistenter Stühle Bezug hat.

Aus meinen mit Kalkmilch und Kresolseifenlösung angestellten Versuchen kann ich leider keinen Schlufs darauf ziehen, da diese Versuche lediglich in der Absicht angestellt wurden, den Beweis zu liefern, dafs eine Desinfektion fester Stühle in der meistens vorgeschriebenen Zeit von 2 Stunden nicht zustande kommt und infolgedessen noch vor beendeter Desinfektion abgebrochen wurden. Welcher Zeitraum notwendig wäre, sollte durch besondere Untersuchungen festgestellt werden, zu deren Ausführung ich bisher noch nicht gekommen bin. Doch läfst sich aus den nachfolgenden Übersichtstabellen immerhin ersehen, dafs man mit der Einwirkungsdauer besagter Desinfizientien beträchtlich in die Höhe gehen mufs, und dafs sich für die Praxis das Desinfektionsverfahren mit Stechbecken etwa in

der Weise am besten wird vornehmen lassen, dafs man die Stühle erst durch 2 Stunden oberflächlich desinfiziert, hierauf wenn die Gefahr nicht mehr besteht infektiöses Material zu verspritzen überleert und durch längere Zeit in einem Kübel mit 10 proz. Kresollösung liegen läfst, soferne man der mangelhaften Abfuhr halber genötigt ist, auf völlige Abtötung pathogener Keime zu dringen.

Desinfektionsversuche mit 10 proz. Kresolseifenlösung.

Versuch Nr.	Der letzte Kolibefund wurde notiert nach Stdn.	Dauer des Versuchs
1	4	6
2	4	4
3	27	27
4	5	5
5	4	4
6	6	6

Desinfektionsversuche mit 20 proz. Kalkmilch.

Versuch Nr.	Der letzte Kolibefund wurde notiert nach Stdn.	Dauer des Versuchs
1	6	6
2	3	4
3	7	7
4	6	6
5	2	6
6	5	7

Desinfektionsversuche mit 5, 10 und 15 proz. Ätznatronlösung.

Versuch Nr.	Der letzte Kolibefund wurde notiert nach Stdn.	Dauer des Versuchs	Konzentration der Lösung
1	6	6	5 proz. Lösung
2	6	6	
3	—	4	10 proz. Lösung
5	—	4½	
6	3	5½	
4	2½	3½	15 proz. Lösung
7	2	4	
8	2	4	
9	2	3	
10	2	4	

Danach scheint es ein regelmäfsiges Vorkommnis zu sein, dafs 10 proz. Kresolseifenlösung nach durchschnittlich 5 Stunden feste Stühle nicht desinfiziert. Der Versuch Nr. 3 dürfte wohl eine Ausnahme bilden.

Ebenso oder, soweit sich das aus den unvollständigen Versuchen beurteilen läfst, noch ungünstiger steht es mit der Kalkmilch.

5 und 10 proz. Ätznatronlösung desinfizieren auch nicht mit der nötigen Sicherheit in kürzerer Zeit, hingegen scheint die 15 proz. Lauge kräftig genug lösend einzuwirken, um in 3 Stunden auf 1 ccm zerkleinerte Fäkalien zu desinfizieren.

Mit meinen Versuchen glaube ich den Beweis erbracht zu haben, dafs die bisherigen offiziellen Vorschriften für die Desinfektion infektiöser Darmentleerungen festen Stühlen gegenüber insuffizient sind.

Das häufige Auftreten geformter Stühle bei infektiösen Krankheiten erfordert in den Desinfektionsverordnungen ausdrückliche Betonung, und ich glaube damit nichts Überflüssiges anzuregen, wenn ich den von Flügge(21) empfohlenen Abänderungen der Desinfektionsvorschriften noch hinzufüge, es möge darauf hingewiesen werden, dafs häufig konsistente Darmentleerungen zu desinfizieren seien und diesen gegenüber ein anderes oder ausgiebigeres Desinfektionsverfahren zur Anwendung gelangen müsse, als es bei diarrhöischen Stühlen nötig ist.

So selbstverständlich dies auf den ersten Blick auch erscheinen mag, so ist es doch von Bedeutung, zumal die verschiedenen Merkblätter, wie bereits betont, für Laien abgefafst sind, und auch Berufsdesinfektoren, Wartpersonen u. dgl. nicht immer derart ausgebildet sind, um aus eigenem Antriebe von den einmal gegebenen Vorschriften dem Falle entsprechend abzuweichen.

VI. Schlufssätze.

1. Die bisherigen Vorschriften über Fäkaliendesinfektion im Stechbecken berücksichtigen ausschliefslich diarrhöische Stühle und erweisen sich festen gegenüber als insuffizient.

2. Die Tiefenwirkung der 10 proz. Kresolseifenlösung und der 20 proz. Kalkmilch auf konsistente Fäkalien ist auch nach längerer Einwirkungsdauer äufserst gering.

3. Das häufige Auftreten fester Stühle ($^1/_5$—$^1/_3$ aller Fälle bei Typhus) erfordert eine ausdrückliche Be-

tonung in den verschiedenen Desinfektionsvorschriften, Merkblättern etc. und dementsprechende Ergänzung der für diarrhöische Entleerungen gedachten Vorschrift.

4. Ein Mittel mit beträchtlich gröfserer Tiefenwirkung auf Fäkalien ist das Atznatron in 15proz. Lösung.

Dasselbe kann jedoch nur in besonders geeigneten Fällen gebraucht werden.

5. Im allgemeinen wird man sich der 10proz. Kresolseifenlösung zu bedienen haben, jedoch deren Einwirkungsdauer auf **feste Stühle** erheblich über die in den Desinfektions-Vorscriften angegebenen Zeit von 2 Stunden ausdehnen müssen.

Literaturverzeichnis.

1. R. Koch, »Die Bekämpfung des Typhus«. Veröffentlichungen aus dem Gebiete des Militär-Sanitätswesens, Heft 21.
2. Gärtner, Torfmull als Desinfektionsmittel von Fäkalien nebst Bemerkungen über Kotdesinfektion im allgemeinen, über Tonnen- und Grubensystems, sowie über Klosettventilation. Zeitschrift für Hygiene u. Insektionskrankheiten Bd. XVIII.
3. Mosebach O., Untersuchungen zur Praxis der Desinfektion. Zeitschr. f. Hyg., Bd. 50.
4. E. Czaplewski, Kurzes Lehrbuch der Desinfektion. Hager, Bonn 1904.
5. Deutsche Vierteljahresschrift f. öffentl. Gesundheitspflege, 38. Bd. II. Heft.
6. E. Pfuhl, Über die Desinfektion der Latrinen mit Kalk. Zeitschr. f. Hyg., Bd. 7.
7. Uffelmann, Die Desinfektion infektiöser Darmentleerungen. Berl. klin. Wochenschr. 1889, Nr. 25.
8. Scheurlen, Über »Saprol« und die »Saprolierung« der Desinfektionsmittel. Arch. f. Hyg. XVIII.
9. H. Laser, Untersuchungen über Saprol, ein neues Desinfektionsmittel f. Fäkalien. C. f. B. 12. Bd. 1892.
10. J. Görbing, Einige Versuche über die Desinfektionswirkung des Saprol. C. f. B. XXXVI Bd. 1904.
11. Greif, Desinfektion von Fäkalien in Lazaretten und Kasernen bei Ausbruch von Epidemien. Inaugur. Diss. Berlin 1904.
12. Anschütz, Vergleichende Studien über die Desinfektionskraft des Lysol u. Saprol auf Fäkalien angewendet. Inaugur.-Diss. Rostock 1893.
13. A. Keiler, Saprol, ein neues Desinfektionsmittel. Arch. f. Hyg. XVIII. 1893.

14. H. Vincent, Sur la désinfection des matières fécales normales et phatologiques. Etude de la valeur comparée des divers désinfectants chimiques actuels (Annal. de l'institut Pasteur 1895 Nr. 1. Ref. von Dieudonné. C. f. B., Bd. XVII. 1895.
15. Klinger, Über neuere Methoden zum Nachweise des Typhusbazillus in den Darmentleerungen. Arbeit. aus d. kais. Gesundheitsamte. 24 Bd. I. Heft 1906.
16. Hammerschmidt, Ein Beitrag z. Typhusdiagnose aus Fäces. C. f. B. Bd. 40. 1906.
17. Hygienische Mitteilungen der chemischen Fabrik Flörsheim, Dr. H. Nördlinger, Flörsheim a. M. (Nr. 9.)
18. v. Behring, zitiert von Flügge, Die Mikroorganismen. 3. Aufl. 1896.
19. S. v. Gerlóczy, Versuche über die praktische Desinfektion von Abfallstoffen. Deutsche Vierteljahresschr. f. öfftl. Gesundheitspflege. 21. Bd. 3. Heft 1889.
20. Roehling, Uffelmann, Jahresberichte über die Fortschritte der Hygiene.
21. Flügge, Einige Vorschläge zur Verbesserung von Desinfektionsvorschriften. Z. f. Hyg. 50. Bd. 1905.

Über die Bakterizidie der Galle.

Von

Dr. **W. Fornet,**

Oberarzt beim 2. Schlesischen Feldartillerie-Regiment Nr. 42.

(Aus dem Institut für Hygiene und Bakteriologie der Universität Strafsburg i./Els.)

Wenn auch über die physiologischen Aufgaben der Galle im allgemeinen keine Zweifel herrschen, so hatte doch bis vor kurzem die Frage, ob die Galle fäulniswidrige Eigenschaften besitzt oder nicht, noch keine allgemein anerkannte Lösung erfahren. Es standen sich hier die Angaben von Bidder und Schmidt(1), Tiedemann und Gmelin(2), Bunge(3), Maly und Emich(4) einerseits und Macfadyen(5) und Hoppe-Seyler(6) anderseits ziemlich unvermittelt gegenüber. Erst der Bakteriologie war es auch hier vorbehalten, wenigstens einige Klarheit zu schaffen. Es hat sich nämlich durch die Untersuchungen von Bernabei(7), Corrado(8), Fischer(9), Babes(10) und Neufeld(11) die interessante Tatsache ergeben, dafs die Galle auf die Entwicklung der einen Bakterien hindernd, auf die der anderen begünstigend einwirkt. Versucht man aber, die verschiedenen Mikroorganismen je nach ihrem Verhalten in der Galle in zwei Gruppen einzuteilen, so stöfst man sehr bald auf scheinbar unüberwindliche Schwierigkeiten, wie zwei Beispiele zeigen mögen: nach Macfadyen(12) und Leubuscher(13) entwickelt sich der Milzbrandbazillus in Galle ungehindert, während Corrado(14) und Fischer(15) eine deutliche Bakterizidie beobachtet zu haben

glauben. — Das Wachstum des Typhusbazillus in Galle wird nach Leubuscher(16), Talma(17) und Braun(18) wenigstens vorübergehend deutlich gehemmt, während es nach Corrado, Fischer, Babes und Neufeld eine ausgesprochene Begünstigung erfährt.

Regte schon dieser Widerstreit der Meinungen zur Nachprüfung an, so mufste dies um so mehr der Fall sein, nachdem Flexner(19), Chiari(20), Dupré(21), v. Drigalsky(22) und in neuester Zeit mit besonderem Nachdruck Blumenthal(23) und Forster und Kayser(24) auf das fast konstante Vorkommen von Typhusbazillen in der Gallenblase Typhuskranker bezw. Typhusbazillenträger aufmerksam gemacht hatten.

Die bei meinen Versuchen zur Verwendung gelangende Rindergalle wurde zu je 100 ccm in Erlenmeyersche Kölbchen gefüllt und im strömenden Wasserdampf sterilisiert, nachdem orientierende Versuche ergeben hatten, dafs frische Rindergalle durch diese Sterilisation in ihren hier in Betracht kommenden Eigenschaften nur unwesentlich verändert wird.

Tabelle I.

100 ccm	Einsaat pro 1 ccm	Keimzahl in 1 ccm nach 4 Stunden	Keimzahl in 1 ccm nach 24 Stunden
Bouillon	ca. 300 Ty Keime	3000	∞
Frische Galle	do.	700	1000
Sterilisierte Galle . . .	do.	1200	1500

Aus diesem sowie aus drei weiteren, mit genau demselben Resultat angestellten Versuchen folgt, dafs Rindergalle auf Typhusbazillen ausgesprochen entwicklungshemmend wirkt, und dafs die bakterizide Kraft der Galle durch Kochen nur zum kleinsten Teile zerstört wird.

Anderseits zeigt sich aber, dafs die in die Erscheinung tretende Bakterizidie der Galle ganz wesentlich durch die Zahl der eingebrachten Keime beeinflufst wird. Hierauf beruht bekanntlich das besonders von englischen Autoren geübte Verfahren zur Bestimmung des bakteriziden Titers: gleichbleibende Serum-etc-Verdünnung bei wechselnder Zahl der eingesäten Keime. Von den betreffenden Versuchen sei nur einer hier mitgeteilt:

Tabelle II.

100 ccm	Einsaat pro 1 ccm	Keimzahl in 1 ccm nach			
		5 Stdn.	24 Stdn.	2×24 Std.	3×24 Std.
Bouillon. .	ca. 3 Ty Keime	2500	∞	∞	∞
Galle . . .	do.	5	3	1	0

Tabelle III.

100 ccm	Einsaat pro 1 ccm	Keimzahl in 0,006 g nach				
		sofort	24 Stdn.	2×24 Std.	3×24 Std.	4×24 Std.
Bouillon. .	ca. 5000000 Ty Keime	1000	∞	∞	∞	∞
Galle . . .	do.	1000	50000	60000	60000	∞

Bei kleiner Einsaat wurden also in der Galle sämtliche Keime abgetötet, während sie sich bei grofser Einsaat innerhalb 4 × 24 Stunden bis in das Unendliche vermehrt hatten. Dieser Unterschied findet durch zwei frühere, ebenfalls aus dem Forsterschen Institut hervorgegangene Arbeiten seine Erklärung. Brehme(25) konnte nachweisen, dafs in Typhus- und Cholerabouillonkulturen die einzelnen Keime der Einwirkung der Kälte verschieden lange widerstehen; E. Levy und Bruns(26) fanden für Tetanussporen ein ähnliches Verhalten gegenüber einer Erhitzung auf 100°. Analog diesen Befunden mufs angenommen werden, dafs sich die einzelnen Organismen einer Typhusbouillonkultur der bakteriziden Wirkung der Galle gegenüber ebenfalls verschieden resistent verhalten, und es ist erklärlich, dafs die Aussicht auf Überimpfung besonders resistenzfähiger Keime mit der steigenden Zahl der eingebrachten Keime wächst.

Durch die aus Tabelle II und III hervorgehende Abhängigkeit der Bakterizidie der Galle von der Zahl der eingebrachten Keime finden auch die oben angeführten, einander widersprechenden Angaben der verschiedenen Autoren über die bakterizide Wirkung der Galle auf das Eberth-Gaffkysche Stäbchen ihre Erklärung, indem bei einem Teile der Versuche die Bakterizidie

der Galle durch Verwendung zu hoher Keimzahlen verdeckt wurde. — Galle ist also für Typhusbazillen, wenigstens in vitro, bakterizid, eine Tatsache, welche mit den eingangs erwähnten Befunden von Typhusbazillen in der Gallenblase und mit der von mehreren Seiten empfohlenen Verwendung der Galle als Kulturflüssigkeit für Typhusbazillen im Widerspruch zu stehen scheint. Einerseits haben aber die Untersuchungen von Bail(27) und anderen gezeigt, wie vorsichtig man bei der Beurteilung bakterizider Verhältnisse mit der Übertragung von Ergebnissen der Reagensglasversuche auf den lebenden Organismus sein mufs, anderseits kommt für die Züchtung im Kaiser(28)-Conradischen Gallenröhrchen wohl die Hemmung der Bakterizidie durch Organzellen im Sinne von Dungern(29), Wilde(30) und Hoke(31) in Betracht. Bei dem von mir(32) empfohlenen und seitdem u. a. von Buchholz(42) und Conradi(43) nachgeprüften Verfahren zur Züchtung von Typhusbazillen aus schon geronnenem Blut mittelst Galle endlich liegen die Verhältnisse ähnlich wie beim Buchnerschen(33) »Wattepäckchen«, bei welchem die im Innern des Päckchens befindlichen Bakterien, vor dem bakteriziden Einflusse des Serums geschützt, sich ungehindert vermehren können. Die weitere Vermehrung der Keime wird dann durch die hämolytische Wirkung der Galle, nach Auflösung des Blutkuchens möglich.

Da nun die bei den oben angeführten Reagensglasversuchen so deutlich in die Erscheinung tretende bakterizide Wirkung der Galle für Typhusbazillen im Organismus aus den genannten Gründen versagt, mufste das schon mehrfach erwähnte, fast konstante Vorkommen von Typhusbazillen in der Gallenblase Typhuskranker bezw. Typhus Bazillenträger notwendigerweise zu Versuchen führen, diese Bakterizidie der Galle künstlich zu steigern und auch im Organismus in die Erscheinung treten zu lassen. Robert Koch(34) hatte schon 1904 in der Strafsburger Leiterkonferenz der Typhusuntersuchungsanstalten die Vermutung ausgesprochen, dafs es vielleicht gelingt, durch eine hochgetriebene Immunisierung mittels Typhuskulturen die im Körper Genesener weiterlebenden Typhusbakterien zu vernichten. Leider haben die Tierversuche von Forster und Kayser(34) diese Vermutung nicht bestätigen können. Ich folgte

daher gern einer Aufforderung von Herrn Professor Dr. Forster, zu untersuchen, ob es nicht gelingt, durch medikamentöse Mittel die natürliche bakterizide Kraft der Galle gegenüber Typhusbazillen zu erhöhen.

Das anzuwendende Mittel mufste erstens nach den Versuchen von Salomonsen und Madsen(35) sekretionsbefördernd wirken und zweitens sowohl an und für sich bakterizid wirken, als auch in genügender Konzentration in die Galle übergehen. Leider sind nun unsere Kenntnisse von dem Übergang medikamentöser Mittel in die Galle nur sehr beschränkt. Quantitative Untersuchungen liegen überhaupt kaum vor.

Von allen für eine etwaige Desinfektion der Gallenblase in Betracht kommenden Mitteln schien das Salizyl noch am ehesten einige Aussicht auf Erfolg zu bieten, da es nach Köhler(36), Rutherford(37), Prevost und Binet(38) nicht nur als Cholagogon wirkt, sondern auch mit der Galle ausgeschieden wird, und zwar nach Weintraut(39) nur in Spuren, nach einer Angabe von Kuhn(40) dagegen bis zu einer Konzentration von 0,1 %.

Vorversuche über die bakterizide Wirkung von Acidum salicylicum in Bouillon gegenüber Typhusbazillen ergaben zunächst die bemerkenswerte Tatsache, dafs die Abtötungsgrenze nicht immer bei ein und derselben Konzentration liegt, und dafs sie davon abhängig ist, ob der Bouillon zuerst die Salizylsäure und dann die Bazillen, oder umgekehrt erst Bazillen und nachher Salizyl hinzugefügt werden. Von den zahlreichen, stets in gleichem Sinne ausgefallenen Versuchen mögen zur Erläuterung zwei hier wiedergegeben werden:

Tabelle IV.

100 ccm	Hinzufügung von	Keimzahl in 1 ccm nach sofort	5 Std.	24 Std.	2×24 Std.	3×24 Std.
Bouillon. .	1. Bazillen ca. 30 000 2. Acid. salicyl. 0,1 g	90	50	50	20	240
do. . .	1. Acid. salicyl. 0,1 g 2. Bazillen ca. 30 000	200	28	25	0	0

Tabelle V.

100 ccm	Hinzufügung von	Keimzahl in 1 ccm nach sofort	$2^1/_2$ Stdn.	24 Stdn.	2×24 Std.
Bouillon. .	1. Bazillen ca. 30000 2. Acid. salicyl. 0,075 g	350	200	7200	∞
do. . .	1. Acid. salicyl. 0,075 g 2. Bazillen ca. 30000	2	0	0	0

Wodurch diese so gänzlich verschiedene Wirkungsweise der Salizylsäure auf Typhusbazillen bedingt ist, vermag ich vorläufig noch nicht mit Sicherheit anzugeben; eins aber scheint ausgeschlossen, dafs nämlich bei der Reihenfolge Bazillen-Salizyl eine vorzeitige Vermehrung der Keime stattfindet; denn der Zeitunterschied zwischen je zwei Versuchsanordnungen beträgt höchstens 1—2 Minuten. Es hat vielmehr den Anschein, als ob die Lösungsverhältnisse der Salizylsäure durch die vorher eingebrachten Bazillen gewisse Veränderungen erleiden. Für die Prüfung von bakterienhemmenden Stoffen folgt jedenfalls aus der gemachten Beobachtung ganz allgemein, dafs es durchaus nicht immer gleichgültig ist, ob das zu prüfende Mittel der Bakterienkultur oder umgekehrt die Bakterienkultur dem bereits gelösten Mittel hinzugefügt wird.

Bei weiteren Versuchen erwies sich nun für Acidum salicylicum zur sicheren Abtötung bereits in der Bouillon befindlicher Typhusbazillen eine Konzentration von 0,15% als notwendig. Sprach schon dieser Umstand gegen eine etwaige Verwendung der Salizylsäure als Gallendesinfiziens in vivo, so war dies noch mehr der Fall, als sich bei vier weiteren Versuchen herausstellte, dafs der natürliche bakterizide Einflufs der Galle auf Typhusbazillen durch Zusatz von Salizylsäure nicht nur nicht vermehrt, sondern im Gegenteil auffallend verringert wird, wie aus einem der stets mit dem gleichen Ergebnis angestellten Versuche ersichtlich wird:

Tabelle VI.

100 ccm	Einsaat	Keimzahl in 1 ccm nach		
		5 Stdn.	24 Stdn.	2×24 Std.
Galle	ca. 300 Ty Keime	5	3	1
Galle + 0,125 g Acid. salicyl. . .	do.	3	2	∞

Es lag nahe, diese paradox erscheinende Tatsache, dafs zwei an und für sich bakterizid wirkende Substanzen, wie Galle und Salizylsäure, zusammengebracht, jede Bakterizidie vermissen lassen, ebenfalls auf die schon erwähnte Absorption der bakteriziden Kraft im Sinne Hokes und Wildes zurückzuführen. In dem folgenden Versuche wurde daher die Salizylsäure durch eine Aufschwemmung von roten Blutkörperchen ersetzt:

Tabelle VII.

100 ccm	Einsaat	Keimzahl in 1 ccm nach	
		24 Stdn.	2×24 Std.
Galle	ca. 1000 Ty Keime	50 000	50 000
Galle + 1 ccm rote Blutkörper .	do.	100 000	40 000
Bouillon + 1 ccm rote Blutkörper	do.	∞	∞

Da ferner Aleuronatbrei und Plazentargewebe ebensowenig wie eine Aufschwemmung von roten Blutkörperchen, wenigstens in den absichtlich klein gewählten Mengen, imstande waren, die natürliche Bakterizidie der Galle zu beeinflussen, kann wohl auch in dem Versuche Tab. VI bei einer Konzentration der Salizylsäure von nur 0,125 % nicht von einer Absorption der Bakterizidie die Rede sein. Man wird vielmehr zu der Annahme geführt, dafs es sich bei der Galle und der Salizylsäure um zwei verschiedene Arten von Bakterizidie handelt, welche sich gegenseitig neutralisieren. Ob diese Verschiedenheit der Bakterizidie nur durch die Reaktion bedingt ist, oder ob es sich auf der einen Seite um eine chemische, auf der anderen um eine bio-

logische Erscheinung handelt, wage ich vorläufig nicht zu entscheiden. Für die chemische Natur der Bakterizidie der Galle spricht ihre teilweise Hitzebeständigkeit, gegen sie der schon von Neufeld hervorgehobene Umstand, dafs sich die Galle den einzelnen Mikroorganismen gegenüber ganz verschieden verhält.

Ähnlich komplizierte Verhältnisse, wie hier für die Bakterizidie der Galle aufgedeckt worden sind, haben in neuerer Zeit Ruffer und Crendiropoulo([41]) für die hämolytische Wirkung der Galle gefunden.

Obwohl nun auch die angestellten Versuche insofern ein negatives Ergebnis hatten, als es nicht gelingt, die bakterizide Kraft der Galle medikamentös durch Salizylsäure zu beeinflussen, so verlohnt es sich vielleicht doch der Mühe, die im Laufe der Untersuchungen gewonnenen Erfahrungen noch einmal kurz zusammenzustellen:

1. Frische Rindergalle wirkt auf Typhusbazillen entwicklungshemmend.

2. Die Bakterizidie der Galle wird durch Kochen nur teilweise zerstört.

3. Galle wird zu einem für das Eberth-Gaffkysche Stäbchen relativ günstigen Nährboden, wenn ihr bakterizider Einflufs auf Typhusbazillen in der einen oder der anderen Weise unwirksam gemacht wird.

4. Die Bakterizidie der Galle wird unter anderem auch durch Zusatz von an und für sich ebenfalls bakterizid wirkender Salizylsäure fast vollkommen aufgehoben.

6. Bei der Prüfung von Desinfektionsmitteln ist zu beachten, dafs zuweilen Bakterien in ihrer Entwicklung durch ein schon in Lösung befindliches Desinfektionsmittel erheblich stärker gehemmt werden, als wenn das Desinfektionsmittel in gleicher Konzentration erst nachträglich in der Bakterienaufschwemmung gelöst wird.

Literatur.

1. Bidder und Schmidt: Die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel. Leipzig 1852.
2. Tiedemann und Gmelin: Recherches sur la route que prennent diverses substances pour passer de l'estomac et du canal intestinal dans le sang. Paris 1821.
3. Bunge: Lehrbuch der physiologischen und pathologischen Chemie. Leipzig 1889.
4. Maly und Emich: Über das Verhalten der Gallensäuren und deren antiseptische Wirkungen. — Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. 1883, Bd. 87, Abt. III.
5. Macfadyen: Jahresbericht für klinische Medizin 1887, Bd. I, S. 285.
6. Hoppe-Seyler: Physiologisch- und pathologisch-chemische Analyse. Berlin 1883.
7. Bernabei: Sul passaggio dei germi patogeni nella bile. — Atti d. R. Acad. med. di Roma 1890, Ser. II vol. V.
8. Corrado: Sul passaggio dei germi patogeni nella bile. — Ibid. 1891, Ser. II, vol. I.
9. Fischer: Über die Wirkung der Galle auf Typhus- und Milzbrandbazillen. — Inaug.-Diss. Bonn 1894.
10. Babes: Über das Verhalten gewisser Organe gegenüber Infektionen. Berlin. Klin. Woche 1899 Nr. 17.
11. Neufeld: Über eine spezifische bakteriolytische Wirkung der Galle. — Zeitschr. f. Hygiene und Infektionskrankheiten 1900, Bd. 34.
12. Macfadyen: a. a. O.
13. Leubuscher: Der Einfluſs von Verdauungssekreten auf Bakterien. — Zeitschr. f. klin. Med. 1890, Bd. 17.
14. Fischer: a. a. O.
15. Corrado: a. a. O.
16. Leubuscher: a. a. O.
17. Talma: Over de bactericide werking der gal. — Nederl. Tijdsch. v. Geneesk., Bd. 2, S. 1053.
18. Braun: De l'action de la bile sur les bacilles typhiques. Arch. d. scienc. biolog. Bd. 8, S. 158.
19. Flexner: A case of typhoid septicaemia. — Journal of Pathol. and Bacteriol. 1894—95, vol. 3, S. 202.
20. Chiari: Über das Vorkommen von Typhusbazillen in der Gallenblase. — Prager Medizinische Wochenschrift 1893.
21. Dupré: Les infections biliaires. Paris 1891.
    — Mitt. a. d. XI. Internat. med. Kongr.. Rom 1874.
22. v. Drigalski: Über Ergebnisse bei der Bekämpfung des Typhus. — Zentralbl. f. Bakt. 1904, Bd. 35, S. 776.
23. Blumenthal: Über das Vorkommen von Typhus- und Paratyphusbazillen bei Erkrankungen der Gallenwege. — Münch. med. Wochenschr. 1904, Nr. 37.

24. Forster und Kayser: Über das Vorkommen von Typhusbazillen in der Galle von Typhuskranken und »Typhusbazillenträgern«, ibid. 1905, Nr. 31.
25. Brehme: Über die Widerstandsfähigkeit der Choleravibrionen und Typhusbazillen gegenüber niederen Temperaturen. — Arch. f. Hygiene, Bd. 40.
26. E. Levy und Bruns: Über den Gehalt käuflicher Gelatine an Tetanuskeimen. — Deutsche med. Wochenschr. 1902, S. 130.
27. Bail: Untersuchungen über Typhus- und Choleraimmunität. — Arch. f. Hygiene 1905, Bd. 52.
28. Kayser: Über die einfache Gallenröhre etc. — Münch. med. Wochenschrift 1906, Nr. 17.
29. v. Dungern: Beiträge zur Immunitätslehre. — Ibid. 1900, Nr. 20 u. 28.
30. Wilde: Über die Beeinflussung der Alexinwirkung durch Absorption. Arch. f. Hyg. 1902, Bd. 44.
31. Hoke: Über Baktericidie im normalen und im infizierten Organismus. — Zeitschr. f. Heilkunde 1904, S. 197.
32. Fornet: Ein Beitrag zur Züchtung von Typhusbazillen aus dem Blut. — Münch. med. Wochenschr. 1906, Nr. 22.
33. Buchner: Forschungsmethoden in der Immunitätsfrage. — Zentralbl. f. Bakt. 1891, Bd. 10, S. 727.
34. R. Koch: Cit. nach Forster und Kayser cf. Nr. 24.
35. Salomonsen und Madsen: Comptes rend. Acad. d. scienc. 1898.
36. Köhler: Weitere Studien über die Wirkung des salizylsauren Natrons auf den tierischen Organismus. — Deutsche Zeitschr. f. prakt. Medizin 1877.
37. Rutherford: On the Physiological actions of drugs on the Secretion of Bile. — Transact. of the R. Society of Edinb. 1880, r. 29.
38. Prevost et Binet: Recherches expérimentales relatives à l'action des médicaments sur la sécrétion biliaire. — Revue méd. de la Suisse Romande 1888, Bd. VIII, Nr. 5.
39. Weintraut: Cit. nach Naunyn: Die Gallensteinkrankheiten. Verhandl. d. Kongr. f. innere Med. Wiesbaden 1891.
40. Kuhn: Desinfektion der Gallenwege. — Vortrag a. d. 75. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte. Kassel 1903.
41. Ruffer und Crendiropoulo: On the toxis properties of bile etc — Journal of Pathology and Bacteriology 1904 p. 278.
42. H. Buchholz: Über den Nachweis der Typhusbazillen im Blut. — Inaug. Diss. Leipzig, Oktober 1906.
43. Conradi: Zur bakteriologischen Frühdiagnose des Typhus. — Münchener Medizinische Wochenschrift 1906, Nr. 49.
44. W. Pies: Über das Wachstum von Typhus- und Kolibazillen in Galle. — Inaug. Diss. Strafsburg 1907.

Der Einflufs verschiedener Beleuchtungsstärken auf die Sehleistungsfähigkeit des Emmetropen und Myopen.

Von

Dr. **Rigobert Possek.**

(Aus dem hygienischen Institute der K. K. Universität Graz. Vorstand: Herr Professor Prausnitz.)

Es ist eine schon von altersher bekannte Erfahrung, dafs mit abnehmender Helligkeit auch die Sehschärfe gradatim zurückgeht, und zahlreich sind die Autoren und Arbeiten, die sich mit dieser Frage beschäftigt und versucht haben, für diese Erscheinung ein mathematisches Gesetz aufzustellen. Wenngleich viele Resultate dieser Versuche heute nur noch mehr ein historisches Interesse haben, so möchte ich doch nicht darüber hinweggehen, ohne sie wenigstens in Kürze hier anzuführen. Einige Arbeiten, deren Originale zu beschaffen mir nicht möglich war, zitiere ich aus den umfassenden Literaturberichten von Cohn (Untersuchungen über die Sehschärfe bei abnehmender Beleuchtung. — Arch. f. Augenheilkunde Bd. XIII. 1884) und Uhthoff (Über das Abhängigkeitsverhältnis der Sehschärfe von der Beleuchtungsintensität. — Arch. f. Ophthalmologie Bd. XXXII. 1886).

Schon im Talmud sind, wie Klein in einer später zitierten Arbeit anführt, Regeln gegeben, wie nach gewissen Farben und Raumwahrnehmungen, die erst bei einer gewissen Helligkeit getroffen werden können, der Anbruch des Tages zu bestimmen ist.

Der erste, der das Abhängigkeitsverhältnis der Sehschärfe von der Beleuchtungsintensität wissenschaftlich untersucht hat, war der Göttinger Astronom Tobias Mayer im Jahre 1754 (Experimenta circa visius aciem · in commentarii societatem Goettingensis.) Als Probeobjekt dienten ihm gewisse Liniensysteme, deren Unterscheidung bei verschiedenen Beleuchtungsstärken von der jeweiligen Entfernung des Beobachters abhängig war, und er stellte den Satz auf, dafs die Gesichtswinkel sich umgekehrt verhalten wie die sechsten Wurzeln der Lichtintensitäten; ebenso stellte er fest, dafs über einen gewissen Grad hinaus stärkere Beleuchtung die Sehschärfe nicht mehr zu steigern vermöge.

Förster (Über Hemeralopie und der Anwendung eines Photometers im Gebiete der Ophthalmologie, Breslau 1857) stellte folgenden Satz auf: »Gesichtswinkel und Helligkeit sind gleichsam die beiden Faktoren, aus denen die Schärfe der Eindrücke, welche wir durch unsere Augen empfangen, resultiert, je kleiner der eine ist, um so gröfser mufs der andere sein, wenn noch eine Wahrnehmung zustandekommen soll, sie ergänzen sich gegenseitig;« und er stellte die untere Grenze für gesunde und hemeralopische Augen fest, bei welcher Objekte von bestimmter Gröfse und Gesichtswinkel noch erkannt werden.

Aubert (Physiologie d. Netzhaut 1864), welcher ein dunkles Zimmer mittels eines Diaphragmas im Fenster verschieden stark erhellte und bestimmte, welche Gröfse der Jägerschen Schriftproben bei gewisser Diaphragmaöffnung in 1 m Entfernung gelesen werden konnte, kommt auf Grund dieser und anderer Versuche zu folgenden Schlüssen: »Die Sichtbarkeit, d. h. die Wahrnehmbarkeit eines Lichteindruckes ist abhängig:

1. von der absoluten Helligkeit,
2. von dem Helligkeitsunterschied oder dem Kontraste und
3. von dem Gesichtswinkel oder der Gröfse des Netzhautbildes.

Mauthner (Vorlesungen über die optischen Fehler des Auges, Wien 1872) fand es voreilig, aus den von Aubert gefundenen Zahlen, welche er auf S nach Snellen überrechnet

hatte, allgemeine Schlüsse zu ziehen, wenngleich er Auberts Methode als die beste erklärte, um bei diffusem Tageslichte zu einer Lösung dieser Frage zu kommen.

Klein (»Sur l'influence de l'éclairage sur l'acuité visuelle«, G. Manon éditeur Paris 1873) stellte seine hierher gehörigen Untersuchungen nicht nur bei Emmetropen, sondern auch Myopen, Astigmatischen und Amblyopen an und hat seine Resultate in Kurventafeln dargestellt. Als Beleuchtungsintensitätseinheit nahm er die englische Paraffinkerze (6 auf das Pfund) in 1 m Entfernung vom Objekt, als welches er Probebuchstaben von Snellen, Girand-Teulon und Boettcher benützte. Gegenüber den anderen Autoren behauptet Klein, dafs die Sehschärfe immer, wenn auch gegen Ende, nur im geringen Grade wachse, so lange er die Beleuchtungsintensität zu steigern vermöge.

Posch (Über Sehschärfe und Beleuchtung, Archiv für Augen- und Ohrenheilkunde Bd. V. 1876) beantwortet mit dieser Arbeit eine im Jahre 1872/73 von der medizinischen Fakultät Innsbruck gestellte Preisaufgabe (»Es sind Beobachtungsreihen über das Verhältnis der Beleuchtung und Sehschärfe anzustellen und ist, wennmöglich, ein mathematisches Gesetz zu bilden, durch welches die Beziehung der Sehschärfe zur Beleuchtung ausgedrückt werden könnte«) und kommt zu dem Schlusse, dafs innerhalb der ein- bis sechzehnfachen Beleuchtungsstärke, sowohl für Sonnen- als Lampenlicht das Gesetz gelte: »Die Sehschärfe wächst wie der Logarithmus der Beleuchtungsstärke oder die Sehschärfe wächst in arithmetischer Progression, wenn die Beleuchtungsstärke in geometrischer Progression zunimmt.«

Das gleiche Thema behandelt eine Dissertation von Carp, in deren Fortsetzung Doerinkel (»Über die Abnahme der Sehschärfe bei abnehmender Beleuchtung«, Inauguraldissertation Marburg 1876) nachweist, dafs mit fortschreitendem Alter die Sehschärfe eine bedeutende Einbufse bei abnehmender Beleuchtung erleide.

Weiters wäre hier noch zu nennen Annibale Ricco (Relazione fra il minimo angolo visuale et l'intensita luminosa,

Annali d'Ottalmologia dirette dal Prof. A. Quaglino Anno VI 1877), G. Albertotti (Sul rapporto dra V et L — Annal di Ottalm. VII. 1878). Sous (Influence de l'éclairage sur l'acuité de la vision — le Bordeaux med. Nr. 28, 1878).

Vom schulhygienischen Interesse aus bearbeitet Javal (»Essai sur la physiologie de la lecture« — Annal. d'ocul. 1879) den Einflufs der Beleuchtung auf die Sehschärfe, und nach Manolescu (Recherches relatives à l'étude de l'acuité visuelle, conditions de la visibilité des lignes et des points« — Annal. d'ocul. 1880) ist der Gesichtswinkel, unter dem die Objekte anfangen sichtbar zu werden, umgekehrt proportional der Quadratwurzel der Intensität. J. Macé de Lepinay und W. Nicati (»Recherches sur la comparaison photométrique des diverses parties d'un même spectre« — Annal. de Chemie et de physique V. serie 1881—1883) verwerten, um die Helligkeit der einzelnen Farben des Spektrums zu bestimmen, die Abhängigkeit der Sehschärfe von der Lichtintensität, indem sie von der Anschauung ausgehen, dafs bei qualitativ verschiedenem Lichte die Helligkeit die gleiche sein mufs, wenn die Sehschärfe dieselbe ist, und sprechen von einem Koeffizienten gleicher Sehschärfe, den sie folgendermafsen definieren: »Die Koeffizienten gleicher Sehschärfe sind die Faktoren, mit denen man die Quantität des objektiven Lichtes multiplizieren mufs, das in jede einzelne Gegend des Spektrums fällt, damit die Sehschärfe für einen bestimmten Beobachter die gleiche wird in allen Teilen des Spektrums.« Nach ihren Beobachtungen gelangen sie zu dem Schlusse, dafs die blau empfindenden Elemente besondere Eigenschaften besitzen müssen, und dafs die Schärfe im wesentlichen von der Beleuchtung durch die weniger brechbaren Strahlen abhängig ist. Genannte Autoren erwähnen, dafs auch schon Herschel auf eine ähnliche Art die Helligkeitsunterschiede der Spektralfarben je nach der Leichtigkeit, mit welcher er in der einzelnen Farbe lesen konnte, bestimmte. Die gleichen Autoren stellten in einer späteren Arbeit (»De l'acuité visuelle binoculaire — Bull. de la société franç. d'ophthalm. 1884) den Satz auf, dafs

die binokuläre Sehschärfe bei gesunden Augen ebenso hoch sein soll als die monokuläre bei doppelter Beleuchtung.

Cohn, der schon in einer früheren Abhandlung (»Vergleichende Messungen der Sehschärfe und des Farbensinnes bei Tages-, Gas-, und elektrischem Licht« — Archiv für Augenheilkunde Bd. VIII. 1879) dieses Thema vom praktischen und schulhygienischen Standpunkte aus bearbeitet hat, untersuchte im Jahre 1889 bei Kindern des Gebirgsdorfes Schreiberhau, bei welchen er zum grofsen Teil übernormale Sehschärfe konstatierte, den Einflufs herabgesetzter Beleuchtung. Er fand hierbei grofse, individuelle Verschiedenheiten und spricht sich daher vorläufig noch gegen die Aufstellung eines Gesetzes aus. Um zu demonstrieren, wie sehr die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungen variieren, berechnete er seine selbst gefundenen Resultate, sowie die früheren der anderen Autoren, auf I (Beleuchtungsintensität) $= 1\,{}^1/_4\,{}^1/_8\,{}^1/_{16}$ und fand, dafs darnach Snellen 60 gelesen werden:

J >	S nach Mayer	S nach Posch	S nach Albertotti	S nach Sous	S nach Carp	S nach Cohn
			Meter			
1	60	60	60	60	60	60
$^1/_4$	47	36	39	39	40	55
$^1/_8$	42	24	22	30	34	52
$^1/_{16}$	38	12	24	19	29	49

Aus diesen Tabellen ergibt sich die aufserordentliche Verschiedenheit der einzelnen Untersuchungsergebnisse, denn während z. B. bei $I = {}^1/_{16}$ Sn 60 bei Cohn noch in 49 m gelesen wird, geschieht das nach Mayer in 38, Albertotti 24, und nach Posch nur mehr in 12 m; es verhalten sich demnach die gefundenen Sehschärfen wie 4 : 3 : 2 : 1. Von Interesse ist, dafs bei den Untersuchungen Cohns die Dorfkinder bei $I = {}^1/_{16}$ noch $^4/_5$ Sehschärfe behielten, und dafs manche bei $I = {}^1/_{364}$ noch $S = 1$ und bei $I = {}^1/_{142857}$ noch $S = 0{,}72$ behielten. Eine spätere Arbeit von demselben Autor (»Einige Versuche über die Abhängigkeit der Sehschärfe der Helligkeit, Beiträge zur Augen-

heilkunde, Ergänzungsheft zu Bd. XXXI. 1895), in welcher der Verfasser Untersuchungen mit Webers Polarisationskotister anstellte, zeigt ebenfalls von grofsen, individuellen Differenzen. Manche Augen hatten noch bei einer Lichtintensität von 1,5 MK volle Sehschärfe (= 1,0), während durchschnittlich bei 6,9 MK die Sehschärfe gleich 1,0 und bei 2,5 MK $S = 0,5$ war. Cohn lehnt auch die Annahme, resp. Aufstellung eines formulierten Gesetzes aus dem gleichen Grunde wie oben ab.

Uhthoff (»Über die Abhängigkeitsverhältnisse der Sehschärfe von der Beleuchtungsintensität«, Archiv für Ophthalmologie Bd. XXXII., Abt. 1, 1886) stellte Untersuchungen der Sehschärfe bei abnehmender Beleuchtung, nicht nur im gemischten, sondern auch monochromatischem Lichte an. Er variierte die Beleuchtungsintensität von 1 : 360000, ja für weifses Licht sogar 1 : 3600000. Als Untergrund benützte er farbige Marxsche Tuche, die sich spektroskopisch durch besondere Farbenreinheit auszeichnen. Uhthoff gelangte gegen die Annahme Kleins zum Resultate, dafs bei einer Beleuchtungsintensität von 33 MK die Sehschärfe ihren Höhepunkt erreicht und bei noch weiterer Zunahme die Beleuchtungsstärke keine Steigerung erfahre. Bezüglich der monochromatischen Beleuchtung ergab sich, dafs im gelben Lichte (schwarzes Zeichen auf gelbem Grunde) die Sehschärfenkurve früher ihren Höhepunkt erreichte, als das in den Weifskurven der Fall war, eine Erfahrung, welche mit dem Vorschlage von Javal (»De la couleur à donner au papier d'imprimerie« — Soc. de biolog. 1879), der auch vom hygienischen Kongresse angenommen wurde, das Druckpapier gelb oder gelblich zu wählen, im Einklang steht.

Gegen den Vorschlag von Javal haben sich unter anderen Cohn und Kolbe, letzterer mit dem Einwande, dafs farbiger Grund das Auge früher ermüde als weifser und zwar um so mehr, je intensiver die farbigen Nachbilder seien, ausgesprochen.

Auch Uhthoff gelangt zu keinem mathematischen Gesetze und weist die aufgestellten Gesetze als unzulässig zurück, sobald es sich um Variationen der Beleuchtungsstärke in weiteren Grenzen handelt.

König A. (»Die Abhängigkeit der Sehschärfe von der Beleuchtungsintensität — Sitzungsbericht der Berliner Akademie XXVI, 1897) prüft die Sehschärfe auf weifsen und farbigen Grund, bei gleichfarbigem Lichte mit Snellenschen Hacken. Die Kurve, durch welche das Abhängigkeitsverhältnis graphisch dargestellt wird, steigt von der geringsten Intensität beginnend, erst allmählich gerade an, geht dann bald mit einer Krümmung in eine viel steiler ansteigende Gerade über, die dann horizontal umbiegt. Dies ist für weifses wie für farbiges Licht gleich. Verfasser beobachtete an sich selbst, dafs er bei dem schwach ansteigenden Teil der Kurve entsprechenden Beleuchtungsintensität nicht foveal sondern exzentrisch sehe. Er nimmt daher zwei verschiedene Elemente der perzipierenden Netzhautschichte als beteiligt an und war für die niederen Intensitäten die Stäbchen, die bis zu einer gewissen Grenze ihrer Leistungsfähigkeit in Funktion sind und die dann von der zweiten Art, den Zapfen abgelöst werden, welch letztere ebenfalls nur eine begrenzte Leistungsfähigkeit besitzen. Die Sehschärfe ist für beide Elemente eine lineare Funktion des Logarithmus der Beleuchtungsintensität des gesehenen Objektes. $S = \alpha (\log B - \log C)$. α ist von der Natur der benützten Lichtquelle unabhängig und ist für die Zapfensehschärfe ungefähr 10 mal so grofs als für die Stäbchensehschärfe. Die Konstante C ist umgekehrt proportional dem Helligkeitswerte des benützten Lichtes.

Zahlreiche andere Arbeiten, die das vorliegende Thema nur zum Teil berühren und sich mit Lichtsinnmessungen, Ermittlung der Reiz- und Unterschiedhelle für verschiedene Helligkeiten, ferner Wahrnehmbarkeit der Farben bei herabgesetzter Beleuchtung etc. befassen von Bjerrum, Wolfberg, Treitel, Kolbe, Aubert, Cohn, Charpentier u. a. habe ich hier nicht angeführt. Desgleichen habe ich die sehr interessanten Arbeiten auf dem eigentlich hygienischen und hygienisch-technischen Gebiete über Ausnutzung und Verwertung der verschiedenen Beleuchtungsarten und -Anlagen, deren Einflufs und Verwendbarkeit in Schulen etc. von Pettenkofer, Willing,

Erisman, Seggel, Lehman, Wickling, Prausnitz, Reibmayer u. a. als nicht streng hieher gehörig ausgelassen.

Wie aus diesen Literaturberichten zu entnehmen ist, ist die Frage der Abhängigkeit der Sehschärfe von der Beleuchtungsintensität schon oft untersucht und bearbeitet worden. Die Tatsache, dafs bei abnehmender Helligkeitsintensität auch die Sehschärfe geringer wird und umgekehrt hat wiederholt dazu Anlufs gegeben, für das Abhängigkeitsverhältnis ein mathematisch formuliertes Gesetz aufzustellen, welche Formeln jedoch wie Cohn gezeigt hat. in ihren Resultaten derart variieren, dafs sie als unannehmbar erscheinen. Gleichzeitig bestehen aber in diesem Abhängigkeitsverhältnis so grofse individuelle Verschiedenheiten, so dafs spätere Autoren, wie Cohn und Uhthoff sich noch gegen die Aufstellung eines formulierten Gesetzes überhaupt auszusprechen. Wie Uhthoff nachweist, nimmt die Sehschärfe bis zu einer gewissen Grenze der Helligkeit (33 MK) zu und es vermag eine weitere Erhöhung der Lichtintensität die Sehschärfe nicht zu steigern. Als untere Durchschnittsgrenze für noch normale Sehschärfe gibt Cohn die Helligkeit von 6,9 MK an. Es wären demnach dies die Grenzen der notwendigen Beleuchtungsintensität, innerhalb welcher die Sehschärfe einerseits keine Herabsetzung unter 1,0 erfährt, und anderseits die höchste Leistungsfähigkeit .erreicht. Dafs das Überschreiten gewisser Grenzen der Helligkeit sowohl nach oben Blendung, als nach unten durch Herabsetzung der Sehschärfe und Überanstrengung der Augen, schädlich wirkt, ist eine altbekannte Tatsache. Es besteht daher schon seit langer Zeit das Bestreben für Räume, in denen Arbeiten verrichtet werden, die ein genaues und andauerndes Sehen verlangen, wie Laboratorien, Hörsäle, Schulzimmer etc., bestimmte Anforderungen genügender Beleuchtungsstärke festzustellen. Dies gilt sowohl für die Beschaffung genügenden Tageslichtes als auch künstlicher Beleuchtung.

Cohn hat in seinem Lehrbuche der Hygiene des Auges die Helligkeit von 10 MK im roten Lichte, als die Mindestforderung für Plätze, an welchen gelesen und geschrieben werden

soll, beansprucht und werden durchschnittlich 25 MK für Arbeitsplätze, an welchen ein sehr genaues Sehen, wie in Zeichensälen etc., nötig ist, verlangt.

Prausnitz hat jedoch nachgewiesen, dafs die Helligkeit von 10 MK als Mindestforderung sowohl für Tages- als künstliches Licht zu hoch angeschlagen und in den meisten Fällen undurchführbar ist und dafs eine durchschnittliche Beleuchtungsstärke von 10 MK schon als gute zu bezeichnen, eine solche von 7 bis 8 MK als noch genügend anzusehen ist, wenn alle Nebenschädlichkeiten vermieden werden können. (Kermauner und Prausnitz, Untersuchungen über indirekte diffuse Beleuchtung von Schulzimmern, Hörsälen und Werkstätten mit Auerschem Gasglühlicht — Arch. f. Hygiene, Bd. XXIX.)

Katz (Onaïs menschem osweschenii dlja sanaty-Wratsch. XVII, 1896) stellt die Forderungen auf mindest nötige Platzhelligkeit für künstliche Beleuchtung noch niederer, indem er auf Grund seiner Untersuchungen zu folgenden Schlüssen gelangt:

1. Das von Cohn angegebene und von vielen als richtig angenommene Minimum von 10 MK kann keinesfalls als unanfechtbar betrachtet werden.

2. Berücksichtigt man die Nachteile, die infolge des Erhitzens des Kopfes und der Augen bei zu naher Entfernung von der Lichtquelle sich geltend machen, sodann wie stark die Luft in dem Schulzimmer verdorben und die Temperatur durch künstliche Beleuchtung erhöht wird, so erscheint der geringe Nutzen, der bei Verstärkung der Beleuchtung über 4 MK erhalten wird, nicht gerechtfertigt.

3. Das Arbeiten bei weniger als 4 MK mufs unbedingt als schädlich für die Augen erklärt werden.

Bevor ich über meine Untersuchungen der Leistungsfähigkeit der Augen bei verschiedener Beleuchtungsintensität berichte und auf obiges Thema zurückkehre, möchte ich noch die Kurzsichtigkeit, soweit sie den Rahmen vorliegender Arbeit berührt, besprechen.

Es ist eine schon oft betonte Beobachtung, dafs namentlich in höheren Schulen und überhaupt bei Menschen, welche sich mit Nahearbeit beschäftigen, die Kurzsichtigkeit eine überaus verbreitete Anomalie darstellt. Es wäre geradezu unmöglich, an dieser Stelle die ganze hierher gehörige Literatur anzuführen, und ich verweise daher nur auf das Lehrbuch der Hygiene des Auges von Cohn, woselbst diese Frage in einer äufserst lehrreichen und interessanten Weise Bearbeitung findet. Wenngleich die Entstehungsursache der Myopie noch heute ein vielumstrittenes Thema darstellt, so ist doch so viel sichergestellt, dafs speziell die Schulen und die durch sie beanspruchte Naharbeit einen grofsen Faktor in ätiologischer Hinsicht ausmachen. Wie Cohn zeigt, sind in Dorfschulen nur sehr wenige Myopen, während in den städtischen Schulen sowohl die Zahl der Myopen von Klasse zu Klasse konstant steigt, als auch der durchschnittliche Grad der Kurzsichtigkeit. Es ist somit die Kurzsichtigkeit und deren Begleit- resp. Folgeerscheinungen speziell vom schulhygienischen Standpunkte aus sehr zu würdigen, um so mehr, als, wie Cohn sagt, nicht die Nahearbeit als solche, sondern nur unter unhygienischen Bedingungen Myopie erzeugt bzw. vermehrt, und es daher nicht nur die Aufgabe der Schulhygiene ist, dem Entstehen der Myopie, soweit dies möglich und denkbar ist, vorzubeugen, sondern auch dem Myopen Verhältnisse zu schaffen, die seinem empfindlicheren Organe angepafst sind. Es sind hier vorwiegend zwei Punkte, die ich besonders hervorheben will, nämlich die Herabsetzung der Sehschärfe und des Lichtsinnes.

Über erstere gibt folgende Tabelle von Seggel den entsprechenden Einblick:

Es	hatten	Augen:	186	mit	Myopie	0,25	durchschnittl.	Sehschärfe	1,1
»	»	»	74	»	»	0,5—0,75	»	»	0,92
»	»	»	267	»	»	1,0—1,75			0,80
»	»	»	239	»	»	2,0—2,75	»	»	0,77
»	»	»	186	»	»	3,0—3,75	»	»	0,75
»	»	»	200	»	»	4,0—4,75	»	»	0,73
»	»	»	173	»	»	5,0—5,75	»	»	0,65
»	»	»	103	»	»	6,0—6,75	»	»	0,59
»	»	»	85	»	»	7,0—8,0	»	»	0,55
»	»	»	68	»	»	8,0—10,0	»	»	0,53
»	»	»	26	»	»	10,0—13,0	»	»	0,40
»	»	»	12	»	»	14,0—20,0	»	»	0,13.

Wie daraus ersichtlich, haben schon Myopen schwachen Grades nicht mehr volle Sehschärfe, und nimmt letztere mit steigender Myopie stetig ab, so daſs schon Myopen von —3,0—3,75 nur mehr $^3/_4$ der normalen Sehschärfe besitzen. In vielen statistischen Berichten sind ähnliche Befunde mitgeteilt worden, so u. a. von Leininberg und Schleich. In folgender, aus der Grazer Augenklinik stammenden Zusammenstellung, für deren Überlassung ich meinem hochverehrten Lehrer Herrn Professor Dimmer meinen besten Dank sage, ist ebenfalls zu ersehen, welchen Einfluſs die Myopie auf die Sehschärfe nimmt. Wenngleich ich auf rein statistische Befunde keinen sehr groſsen Wert lege, und im Nachstehenden nur der Unterschied zwischen voller und nicht normaler Sehschärfe ohne Differenzierung der einzelnen Grade der Myopie und Sehschärfe und bei willkürlich angenommenen Grenzen des Alters (20. Lebensjahr) in Betracht kommt, so soll sich der Zweck dieser folgenden Studie lediglich darin erschöpfen, den bereits bestehenden ähnlichen Berichten einen weiteren hinzuzufügen, wobei ich nur auf die Menge des Materials einiges Gewicht legen möchte.

In dem Dezennium 1894—1904 waren im Ambulatorium der k. k. Universitätsaugenklinik 35701 Patienten in Behandlung. (Diese Zahl umfaſst aber nicht das ganze klinische Material, welches der Augenklinik zu Gebote steht, da nahezu ebensoviel Patienten direkt von der Aufnahmskanzlei auf die landschaftliche Augenabteilung, welche mit der Klinik unter gemeinsamer Leitung und Betrieb steht, aufgenommen werden, ohne das Ambulatorium passiert zu haben.) Von diesen 35701 ambulatorischen Patienten waren 7915 wegen Refraktionsanomalien — reine Presbyopen nicht eingerechnet — zur Untersuchung, d. i. 22,17 % der gesamten Patienten; davon waren 3625 = 45,67 % Myopen und 4290 = 54,33 % Hyperopen; es sind also letztere um 8,66 % in der Überzahl.

Diese statistische Zusammenstellung habe ich aus den ambulatorischen Sehprobenprotokollen gesammelt, und zwar habe ich die Refraktion und Sehschärfe jedes einzelnen Auges notiert, da sonst die Anisometropen schwer in Rechnung zu bringen

gewesen wären. Da diese Statistik seinerzeit zu einem ganz anderen Zwecke angelegt worden war, entbehrt sie jeder Voreingenommenheit, welche die Objektivität im vorhinein ausschließsen und dadurch die gefundenen Zahlen einseitig erscheinen lassen würde.

In Anbetracht ebengenannten Umstandes, daſs wegen der Anisometropen jedes Auge für sich gezählt wurde, beziehen sich die kommenden Zahlen auf »Augen« und nicht Patienten. Wir haben demnach 15830 Augen, von welchen 7250 i. e. 45,67 % myopisch und 8580 i. e. 54,33 % hyperopisch waren.

Myopen (M.) von	— 0,25 — 3,0	waren	3925	Augen	i. e.	54,45 %
»	» — 3,5 — 6,0	»	1632	»	» »	22,35 %
»	» > — 6,0	»	1693	»	» »	23,20 %.

Unter Ausschluſs aller astigmatischen und solcher Augen, bei welchen die Sehschärfe durch Hornhautflecken oder Linsentrübungen herabgesetzt war, waren 5697 Myopen und 6894 Hyperopen (H.).

Von diesen M. hatten Visus (S.)	≥ 1,0 ($^6/_6$)	3592	i. e.	62,74 %
und »	< 1,0	2105	i. e.	37,26 %
Von den H. hatten »	≥ 1,0	5284	i. e.	76,64 %
»	< 1,0	1610	i. e.	23,36 %.

Während also etwas mehr als $^1/_5$ aller H. nach Korrektion unter normaler Sehschärfe bleiben, ist dies bei den M. bis über den dritten Teil der Fall.

Wenn wir nach dem Grade der M. solche leichten (— 0,25 Dioptr. bis inkl. — 3,0), mittleren (— 3,5 bis inkl. — 6,0) und schweren (über — 6,0) Grades unterscheiden (eine Einteilungsart, die zwar willkürlich genommen und vielfach schon wieder aufgegeben, aber für derartige Zwecke ganz übersichtlich ist), so finden wir unter den M., welche auf eine Sehschärfe von ≥ 1,0 zu bringen sind, folgende Verhältnisse:

M. 0,25 — 3,0 . . .	2519	Augen	i. e.	70,08 %
M. 3,5 — 6,0 . . .	866	»	i. e.	24,12 %
M. > — 6,0 . . .	207	»	i. e.	5,8 %,

und bei M. mit S < 1,0:

M. 0,25 — 3,0 . . .	536 . . .	i. e. . . .	25,45 %
M. 3,5 — 6,0 . . .	394 . . .	i. e. . . .	18,68 %
M. > — 6,0 . . .	1175 . . .	i. e. . . .	55,87 %.

Während also im ersten Falle nur ungefähr $^1/_{20}$ aller Myopen mit normaler S. eine M. von über — 6,0 Dioptr. und nicht ganz $^1/_4$ eine solche mittleren Grades haben, so sind über die Hälfte der Myopen mit schlechter S. mit einer M. von über 6,0 Dioptr. behaftet und nicht $^1/_5$ mittleren Grades myopisch.

Ersichtlicher ist dieses Verhältnis aus folgender Zusammenstellung:

von den M. 0,25 — 3,0 haben	S. $\geqq$ 1,0 . . .	2519	. . . i. e. . . .	82,49 %
	S. < 1,0 . . .	536	. . . i. e. . . .	17,51 %
» » M. 3,5 — 6,0 »	S. $\geqq$ 1,0 . . .	866	. . . i. e. . . .	68,73 %
	S. < 1,0 . . .	394	. . . i. e. . . .	31,27 %
» » M. > 6,0 »	S. $\geqq$ 1,0 . . .	207	. . . i. e. . . .	14,98 %
	S. < 1,0 . . .	1175	. . . i. e. . . .	85,02 %.

Um den Unterschied des Verhaltens der M. im jugendlichen im Verhältnis zum späteren Alter darzustellen, dienen folgende Zahlen, bei welchen als Grenze das 20. Lebensjahr angenommen ist:

Unter 20 Jahren waren mit Refraktionsanomalien 4559 Augen, von welchen 2868, d. i. 62,91 % myopisch uud 1691, d. i. 37,09 % hyperopisch waren; wenn wir wieder jene mit Astigmatismus, Hornhautflecken und Linsentrübungen abrechnen, so bleiben 2376, i. e. 64,97 % Myopen und 1281, i. e. 35,03 % Hyperopen.

Bezüglich der Sehschärfe sind hier die Verhältnisse folgendermafsen:

von den M. haben	S. $\geqq$ 1,0 . . .	1677	. . . i. e. . . .	70,58 %
	S. < 1,0 . . .	699	. . . i. e. . . .	29,42 %
von den Hyperopen haben	S. $\geqq$ 1,0 . . .	934	. . . i. e. . . .	72,90 %
	S. < 1,0 . . .	347	. . . i. e. . . .	27,10 %.

Demnach ist hier der Prozentsatz jener mit unternormaler Sehschärfe für beide Refraktionszustände annähernd gleich und nur bei den Myopen um ein Geringes höher.

In Hinsicht auf die angenommenen Myopiegrade und den bezüglichen Sehschärfen haben wir folgende Relationen:

S. $\geqq$ 1,0 haben:

M. 0,25 — 3,0 . . .	1090	. . . i. e. . . .	64,97 %
M. 3,5 — 6,0 . . .	486	. . . i. e. . . .	28,99 %
M. > 6,0 . . .	101	. . . i. e. . . .	6,04 %.

S. < 1,0 haben:

M. 0,25 — 3,0 . . . 97 . . . i. e. . . . 13,88 %
M. 3,5 — 6,0 . . . 164 . . . i. e. . . . 23,46 %
M. > 6,0 . . . 438 . . . i. e. . . . 62,66 %

und ferner

M. 0,25 — 3,0 haben	S. $\geqq$ 1,0	1090	i. e.	91,88 %
	S. < 1,0	97	i. e.	8,17 %
M. 3,5 — 6,0 »	S. $\geqq$ 1,0	486	i. e.	74,77 %
	S. < 1,0	164	i. e.	25,23 %
M. > 6,0 »	S. $\geqq$ 1,0	101	i. e.	18,74 %
	S. < 1,0	438	i. e.	81,26 %.

Wenn wir die Zahlenverhältnisse jener Patienten, welche das 20. Lebensjahr überschritten haben, unter denselben Verhältnissen wie oben zusammenfassen, so ergeben sich folgende Resultate:

Hier waren wegen Refraktionsanomalien 11 271 Augen zur Untersuchung, von welchen 4382, i. e. 38,88 % Myopen und 6889, i. e. 61,12 % hyperopisch waren, und unter Ausschlufs der gleichen Anomalien wie oben bleiben 8934, die sich aus 3321, i. e. 37,17 % myopischen und 5613, i. e. 62,83 % hyperopischen zusammensetzen.

M. hatten	S. $\geqq$ 1,0	1915	i. e.	57,66 %
	S. < 1,0	1406	i. e.	42,34 %
H. hatten	S. $\geqq$ 1,0	4350	i. e.	77,50 %
	S. < 1,0	1263	i. e.	22,50 %.

M. mit S. $\geqq$ 1,0 waren

— 0,25 — 3,0 . . . 1429 . . . i. e. . . . 74,62 %
3,5 — 6,0 . . . 380 . . . i. e. . . . 19,84 %
> 6,0 . . . 106 . . . i. e. . . . 5,54 %,

mit S. < 1,0 waren

0,25 — 3,0 . . . 439 . . . i. e. . . . 31,10 %
3,5 — 6,0 . . . 236 . . . i. e. . . . 16,66 %
> 6,0 . . . 737 . . . i. e. . . . 52,24 %.

Von den M. — 0,25 — 3,0 hatten

S. $\geqq$ 1,0 . . . 1429 . . . i. e. . . . 76,50 %
S. < 1,0 . . . 439 . . . i. e. . . . 23,50 %.

M. — 3,0 — 6,0

S. $\geqq$ 1,0 . . . 380 . . . i. e. . . . 62,30 %
S. < 1,0 . . . 230 . . . i. e. . . . 37,70 %.

M. $>$ 6,0
S. $\geq$ 1,0 . . . 106 . . . i. e. . . . 12,57 %
S. $<$ 1,0 . . . 737 . . . i. e. . . . 87,43 %.

Wenn man alle Myopen und Hyperopen (unter Ausschluſs obgenannter Anomalien) zusammenfaſst, so ergibt sich, daſs

M. mit	S. $\geq$ 1,0	. . . 3592	. . . i. e. . . .	28,53 %
	S. $<$ 1,0	. . . 2105	. . . i. e. . . .	16,73 %
H. mit	S. $\geq$ 1,0	. . . 5284	. . . i. e. . . .	41,96 %
	S. $<$ 1,0	. . . 1610	. . . i. e. . . .	12,78 %

sind, und dann auf jugendliche Individuen

M. mit	S. $\geq$ 1,0	. . . 1677	. . . i. e. . . .	45,86 %
	S. $<$ 1,0	. . . 699	. . . i. e. . . .	19,11 %
H. mit	S. $\geq$ 1,0	. . . 934	. . . i. e. . . .	25,54 %
	S. $<$ 1,0	. . . 347	. . . i. e. . . .	9,49 %,

und auf solche späteren Alters (über 20 Jahre)

M. mit	S. $\geq$ 1,0	. . . 1915	. . . i. e. . . .	21,52 %
	S. $<$ 1,0	. . . 1406	. . . i. e. . . .	15,71 %
H. mit	S. $\geq$ 1,0	. . . 4350	. . . i. e. . . .	48,11 %
	S. $<$ 1,0	. . . 1263	. . . i. e. . . .	14,66 %

gelangen.

Kurz gefaſst, läſst sich aus diesen Darstellungen folgendes sagen:

Im ganzen sind mehr Myopen leichten als solche mittleren und hohen Grades zusammen; während im jugendlichen Alter die Myopen gegenüber den Hyperopen um 25,82 % überwiegen, sind letztere im späteren Alter um 22,24 % in der Überzahl. Diese Erscheinung läſst sich leicht daraus erklären, daſs sich sehr vielen erst im späteren Alter ihre bereits — zwar latent — bestandene Übersichtigkeit störend bemerkbar macht und zum Arzt führt oder gelegentlich einer Untersuchung wegen Presbyopie entdeckt wird, während der Myope bereits sehr früh seine Refraktionsanomalie unangenehm empfindet. Das Verhältnis der einzelnen Myopiegrade zeigt keine auffallenden Differenzen im verschiedenen Alter, nur sind im späteren Alter jene leichten und höheren Grades in der Mehrzahl, während dies im anderen Falle jenen mittleren Grades zukommt.

Was die Sehschärfe anbelangt, so sehen wir, daſs die Zahlen der jugendlichen Myopen mit guter Sehschärfe zu jenen mit

nichtnormalem Visus sich wie 71 : 29, der älteren Myopen wie 58 : 42 verhalten, während bei den Hyperopen die Verhältnisse 73 : 27 resp. 77,5 : 22,5 bestehen. Daraus ist ersichtlich, dafs der Prozentsatz der Myopen unter 20 Jahren mit anormaler Sehschärfe sowie die Hyperopen jeden Alters mit $S < 1,0$ nicht sehr variiert, während bei den Myopen des späteren Alters grofse Differenzen auftreten, welche Erscheinung den deletären Einflufs des myopischen Prozesses auf die Sehschärfe zeigt. Am meisten macht sich dieser Unterschied bei den Myopen geringeren und am wenigsten bei jenen hohen Grades geltend, wobei allerdings der Umstand zu beachten ist, dafs hier schon im jugendlichen Alter nur mehr 19% normale Sehschärfe besitzen.

Über die Schädigung des Lichtsinnes der Myopen publizierten u. a. Seggel und Samelsohn. Ersterer hat schon im Jahre 1878 als erster und später im Jahre 1884 (»Die Zunahme der Kurzsichtigkeit in den höheren Unterrichtsanstalten« — Bayer. ärztl. Intelligenzblatt 1878 und »Über normale Sehschärfe und die Beziehungen der Sehschärfe zur Refraktion« — Graefes Archiv f. Ophthalm. Bd. XXX. 2. 1884) auf die Schädigung der Sehschärfe bei Myopie hingewiesen, und hat in einer späteren Arbeit (»Über die Prüfung des Licht- und quantitativen Farbensinnes und ihre Verwertung für die Untersuchung des Sehvermögens der Rekruten, nebst Bemerkungen über die natürliche Einwirkung des Myop-Prozesses auf das Sehvermögen« — Arch. für Augenheilkunde Bd. XVIII. 1888) den Satz aufgestellt, dafs Abnahme des zentralen Farbenmaximums ein und zwar oft das einzige Anzeichen des myopischen Prozesses sei, der mit Bulbusverlängerung einhergeht, und dafs bei Myopie neben Abnahme der Sehschärfe in Herabsetzung des Lichtsinnes auch ohne ophthalmoskopisch nachweisbare Veränderungen die Zeichen des durch Dehnen der inneren Augenhäute bewirkten sog. myopischen Prozesses zu erkennen seien. Auf dem I. internationalen Kongresse für Schulhygiene in Nürnberg 1904 berichtete der gleiche Autor über neuerliche Untersuchungen über die Schädigung des Lichtsinnes der Myopen, mit welchem Bericht eine

diesbezügliche Arbeit in Graefes Archiv f. Ophthalm. Bd. LIX verbunden war.

Die Prüfungen wurden für den allgemeinen Lichtsinn mit dem Försterschen Apparate, für den zentralen nach der Methode von Treitel und endlich für die Unterschiedsempfindlichkeit mit den vom Autor selbst angegebenen Lichtsinntafeln (München, lit.-art. Anstalt von Th. Riedel, nun Bassermann) vorgenommen. Unerwartet war das Resultat, dafs selbst bei niedrigsten Graden und im Beginne des myopischen Prozesses der Lichtsinn mehr als die Sehschärfe gestört ist. Seggel stellt u. a. folgende Schlufssätze auf:

» . . . . . . 2. Dafs unter den verschiedenen Refraktionszuständen der Lichtsinn bei den Myopen am schlechtesten und der Prozentsatz der Kurzsichtigen mit normalem Lichtsinn gegenüber dem der Emmetropen aufserordentlich gering ist. (Bei Myopie ist überdies gegenüber der Emmetropie und geringgradigen Hypermetropie nicht nur der Lichtsinn, sondern auch die Sehschärfe durchschnittlich unternormal;

3. dafs der Lichtsinn ebenso wie die Sehschärfe mit Zunahme des Myopiegrades und mit aufsteigender Altersstufe, bzw. Schulklasse schlechter gefunden wird, bei letzteren beiden wesentlich nur deshalb, weil sich mit ihrem Ansteigen der Prozentsatz der Kurzsichtigen und der Grad der Myopie erhöht;

4. dafs Schädigung des Lichtsinnes schon mit der Evolution des myopischen Prozesses und bei den niedrigsten Myopiegraden und zwar noch häufiger und intensiver als die Herabsetzung der Sehschärfe und hier wie überhaupt vorwiegend als Schädigung der Reizempfindlichkeit, insbesondere der zentralen eintritt. Wenn nun auch die Schädigung des Lichtsinnes wie die der Sehschärfe in den niedrigern und mittleren Graden der Myopie eine teilweise vorübergehende sein kann, so ist sie doch in den höheren Graden — von 6 Dioptrien ab — und in der Mehrzahl der mittleren Grade eine bleibende und bei den ersteren sogar eine sehr erhebliche.«

Nach dieser Abschweifung vom eigentlichen Thema meiner Abhandlung kehre ich nunmehr wieder zurück, nachdem ich

zur Genüge darauf hingewiesen zu haben glaube, inwiefern die Kurzsichtigkeit, abgesehen von den übrigen schweren pathologischen Folgen, auch in Anbetracht der oben erwähnten schädigenden Begleiterscheinungen besondere Berücksichtigung verdient und daher alle hierfür verwendete Sorge gerechtfertigt erscheint.

Aus Vorangeführtem ist sehr naheliegend und lehrt auch die praktische Erfahrung, daſs auch die Leistungsfähigkeit der Augen innerhalb bestimmter Grenzen bei verschiedenen Beleuchtungsstärken variiert und zwar unabhängig von der Sehschärfe, welch letztere hier nur eine Komponente ersterer darstellt. Wie sich bei den Untersuchungen der Sehschärfe bei abnehmenden Helligkeitsintensitäten gezeigt hat, daſs hier groſse individuelle Differenzen bestehen und diese nebst andern Faktoren die Aufstellung gültiger Gesetze für dieses Abhängigkeitsverhältnis unmöglich machen, so kommt dies in noch weit gröſserem Maſse für die Leistungsfähigkeit der Augen, wobei noch verschiedene psychische Momente einzurechnen sind, in Betracht, wie aus den nachfolgenden Tabellen ersichtlich ist.

Während das zusammenhängende Lesen einer Druckschrift als ein komplizierter Akt durchaus ungeeignet erscheint, zur Prüfung der tatsächlichen Sehschärfe verwendet zu werden, so ist dies anderseits die beste und einzige Methode, um die wirkliche Sehleistung zu ermitteln und wurden daher auch meine Untersuchungen auf folgende Art im Hörsaale des hygienischen Institutes vorgenommen:

Auf einem groſsen Tische ist mittels einer Ständervorrichtung ein Karton, welcher mit weiſsem, matten (Filtrier-) Papier überspannt ist, senkrecht aufgestellt. Vor diesem Karton wird am Tische ein Durchsichtsstativ derart angeschraubt, daſs der Leser, mit der Stirne darauf gestützt, immer die gleiche Lesedistanz beibehalten muſs. (Der Kopfhalter wurde von Kallmann in Breslau seinerzeit konstruiert, um bei Schulkindern das Vorhalten des Kopfes beim Lesen uud Schreiben zu verhindern, und findet auch in Cohns Lehrbuch der Hygiene des Auges, S. 344, Erwähnung und Abbildung. Dieses Durchsichtsstativ, welches aus einem eisernen, mit Kautschuk überzogenen Ring

besteht, und an jedem Tische in beliebiger Höhe angeschraubt werden kann, ist nicht nur eine sehr bequeme und leicht beschaffbare Stütze für sich schlecht haltende Kinder und als solches für Schule und Haus bestens zu empfehlen, sondern auch für augenärztliche Untersuchungszwecke zum Festhalten bestimmter Distanzen sehr geeignet.)

Der weifsbespannte Karton wird vor diesem Stativ in entsprechend gewünschter Entfernung aufgestellt und durch ein oder mehrere Glühlampen, von welchen ich auf einem verschiebbaren Gestell drei angebracht habe, beleuchtet; zwischen den Lampen und der Kopfstütze befindet sich ein Schirm, um direkte Blendung zu vermeiden. Je nach der Zahl und Entfernung der Lampen läfst sich am weifsen Papier eine beliebig gewünschte und mittels des Weberschen Photometers genau kontrollierbare Helligkeit herstellen.

Nach berechneten Tabellen kann man durch die an der Millimeterskala ablesbare entsprechende Entfernung der Milchglasplatte vom Normallichte eine bestimmte Helligkeit einstellen, und nachdem der Apparat auf den Karton gerichtet ist, wird durch Nähern resp. Entfernen der Lampen, eventuell leichtes Drehen des Kartons um die senkrechte Achse um einige Grade, genau dieselbe Helligkeit am matten, weifsen Papier erzielt. Allerdings begnügte ich mich nicht damit, die Entfernung und die Zahl der Lampen für die gewünschte Anzahl von MK auszurechnen und darnach die Leseversuche vorzunehmen, sondern in Anbetracht der bedeutenden Schwankungen der elektrischen Spannung und der damit verbundenen Intensitätsdifferenzen, wurde für jeden einzelnen Leseversuch die Helligkeit mittels des Photometers bestimmt und eingestellt, eine Arbeit, die bei einiger Übung ziemlich rasch und leicht von statten geht, um so mehr als durch die Mattigkeit des allerdings feinen Filtrierpapieres Reflexe, welche bei glattem Papiere störend wirken, vermieden werden. Aus dem gleichen Grunde, nämlich um die Reflexe auszuschalten, befindet sich die Lichtquelle seitlich schräg vom Leseobjekte, während die zu Untersuchenden ihm gerade gegenüber sitzen.

Gelesen wurden 32 Zeilen in griechischer Sprache, wozu eine Schulausgabe von Herodot (Herodot, Auswahl für den Schulgebrauch, herausgegeben von August Scheindler, Wien und Prag, Verlag von F. Tempsky), benützt wurde. Der Druck dieser Ausgabe entspricht beiläufig, was die Gröfse der Buchstaben anbelangt, jenem von Snellen 1:1. Die Höhe der Buchstaben ist 2 mm, die Approche durchschnittlich 0,8 mm, die Interlignage 3 mm, die Zeilenlänge 87 mm, und es kommen durchschnittlich 7,36 Worte auf eine Zeile und ca. 236 Worte auf die Seite.

Diese Textblätter wurden am weifsen Karton angebracht. Die griechische Schrift und Sprache wurde deshalb gewählt, um nach gröfster Möglichkeit den tatsächlichen Leseakt zur Untersuchung zu haben, da ja z. B. in der deutschen und selbst auch in der lateinischen Sprache viele Silben und Worte nicht wirklich gelesen, sondern zum Teil erraten werden, welcher Umstand bei der griechischen Sprache nur sehr selten der Fall sein dürfte; und hier überdies auch infolge der Akzentuierungs- und Aspirationszeichen ein genaues Sehen nötig ist. Die Distanz, in welcher gelesen wurde, richtete sich nach der Sehschärfe resp. Refraktion des zu Untersuchenden und wurde dabei folgendermafsen vorgegangen: Bei guter Beleuchtung wurde die Entfernung bei jedem einzelnen ermittelt, bei welcher die Leseprobe eben noch fliefsend gelesen werden konnte, diese notiert und für alle Versuche bei den verschiedenen Beleuchtungen beibehalten; sie betrug bei Emmetropen und schwachen Myopen durchschnittlich 60 cm, bei Ametropen höheren Grades natürlich weniger (letztere benützten hierbei selbstredend ein entsprechendes Korrektionsglas). Nachdem der zu Untersuchende seinen, vor dem Durchsichtsstativ, auf einem Drehstuhl befindlichen Platz eingenommen hatte, wurde er einige Sekunden vor Beginn des Lesens auf das kommende Kommando aufmerksam gemacht und begann bei letzterem laut zu lesen. Die Zeit vom ersten bis zum letzten Worte wurde nach Sekunden genau notiert und während dieser Zeit von mir zur Kontrolle der Richtigkeit mitgelesen.

Nie lieſs ich ein und denselben bei zwei verschiedenen Beleuchtungen unmittelbar hintereinander lesen, um ihn nicht zu ermüden, sondern immer einige Zeit inzwischen pausieren, während andere untersucht wurden. Ebenso lieſs ich keinen Schüler denselben Satz zweimal lesen, sondern wechselte jedesmal neue Textblätter ein. bei deren Auswahl ich nur solche wählte, welche fortlaufend, d. h. ohne Absätze waren. Anderseits wurden die verschiedenen Beleuchtungsstärken nicht in der gleichen Reihenfolge bei jeder einzelnen Untersuchung eingestellt, sondern in mannigfaltiger Abwechslung.

Die Untersuchten waren auſser einigen Herren des hygienischen Institutes und der Lebensmitteluntersuchungsanstalt, welche die Freundlichkeit hatten an den Untersuchungen teilzunehmen, Hörer der Medizin und Gymnasiasten.

Im ganzen untersuchte ich auf diese Weise 120 Personen und zwar 60 Emmetropen und 60 Myopen. Auſser diesen auch 12 Hyperopen, welche aber wegen der geringen Anzahl nicht in die folgende Tabelle aufgenommen wurden. Es war mir leider unmöglich, eine gröſsere Anzahl mit dieser Refraktionsanomalie Behafteter zu beschaffen. Die Leseübungen wurden bei den verschiedensten Beleuchtungsintensitäten vorgenommen, jedoch jeder einzelne bei den Lichtstärken von 30, 10, 6 und 3 MK, welche Zahlen ich daher auch für meine Berechnungen verwendete. Wie schon Uhthoff erwähnt, konnte er bei Erhöhen der Lichtstärke über 33 MK kein weiteres Steigen der Sehschärfe erzielen und auch bei meinen Untersuchungen ergab sich keine Änderung der Lesedauer bei Einstellung von höherer Lichtstärke als 30 MK auf 40, 50, 60 MK etc. und nehme daher 30 MK als die obere Grenze an, bei welcher die durchschnittlich beste Sehleistung erreicht wurde. Als unterste Grenze genügten mir 3 MK, da bei dem Lesen bei einer Helligkeit von weniger als 3 MK sich schon bei vielen unangenehme Empfindungen in den Augen, verbunden mit Rötung der Bindehaut und stärkerer Tränensekretion bemerkbar machten. Die Lesedauer betrug bei den Emmetropen (Tab. I) und Myopen (Tab. II) in Sekunden folgende Zeiten:

Tabelle I.

Name	30 MK	10 MK	6 MK	3 MK	Name	30 MK	10 MK	6 MK	3 MK
R.	280	280	270	270	K.	340	280	276	340
L.	336	350	340	340	G.	320	350	360	420
H.	135	140	156	160	T.	336	360	326	383
K-	360	410	465	570	R.	336	360	346	377
A.	250	238	242	270	A.	320	350	340	460
R.	270	290	290	290	K.	145	145	160	160
L.	310	250	270	420	O.	336	344	346	420
P.	180	186	190	260	T.	300	240	310	330
K.	360	430	455	590	C.	320	320	404	530
P.	250	242	238	250	B.	320	310	310	320
M.	300	330	410	540	R.	123	128	135	140
R.	210	235	245	250	K.	340	280	256	340
T.	280	280	290	290	O.	320	326	330	380
L.	270	270	270	270	L.	300	280	290	330
D.	135	140	150	170	K.	265	280	330	340
M.	300	330	430	560	S.	340	326	330	360
R.	336	350	332	300	D.	260	240	220	250
D.	180	186	190	240	F.	320	310	310	320
D.	230	240	250	254	B.	340	340	404	530
K.	257	275	357	315	M.	275	280	310	324
N.	320	270	330	350	S.	220	242	273	311
S.	230	240	210	258	R.	220	246	275	317
S.	263	285	363	305	R.	336	344	326	400
T.	280	280	350	350	B.	140	165	170	220
B.	320	250	338	350	W.	140	155	170	210
A.	280	280	310	330	K.	320	350	350	440
V.	310	270	270	432	A.	210	245	255	260
P.	145	145	160	160	T.	230	240	255	250
M.	123	128	135	140	E.	230	260	265	260
C.	260	240	220	250	St.	320	350	350	440

Aus diesen Zahlen ist zu ersehen, dafs sich auch hier enorme individuelle Verschiedenheiten geltend machen, die es geradezu als undenkbar erscheinen lassen, allgemein gültige Gesetze für die Abnahme der Leistungsfähigkeit bei verschiedener Beleuchtungsstärke aufstellen zu wollen. Wie voraussichtlich, ist die Dauer des Leseaktes bei verschiedenen Personen an und für sich äufserst different, wofür mehrere Faktoren physischer und psychischer Natur in Betracht kommen. Jedoch, auch abgesehen davon, ist

der Einflufs bestimmt herabgesetzter Helligkeitsintensität für die einzelnen Individuen verschieden grofs, indem er bei einigen kaum oder gar nicht in Betracht kommt und anderen wieder sich schon beträchtlich bemerkbar macht. An dieser Stelle möchte ich jedoch nochmals erwähnen, dafs der Untersuchungsgang derart angeordnet war, dafs für alle dieselben Normen geltend waren und nicht durch Veränderung dieser wie vielleicht verschiedener Hell- oder Dunkeladaption, Ermüdung etc., Fehlerquellen vorhanden waren. Wenn auch mitunter geradezu paradoxe Ergebnisse vorkommen, wie z. B. dafs manche bei geringerer Beleuchtung scheinbar schneller lesen als bei besserer, so ist das eben dadurch erklärbar, dafs diese sich leichter gegebenen Verhältnissen akkommodieren als andere, die unter denselben Bedingungen stehen.

Tabelle II.

Name	Refraktion		30 MK	10 MK	6 MK	3 MK
	R. A.	K. A.				
N.	— 2,0	— 2,0	245	305	340	370
R.	— 2,0	— 2,5	360	410	450	494
K.	— 1,0	— 1,0	330	420	410	760
O.	— 2,0	— 2,25	184	240	242	270
L.	— 1,75	— 1,5	360	418	470	506
M.	— 2,5	— 2,5	245	305	360	380
Z.	— 1,0	— 1,5	152	160	165	180
C.	— 2,5	— 2,5	196	190	180	208
O.	— 2,25	— 2,0	240	240	245	300
M.	— 3,0	— 3,0	240	240	255	320
S.	— 1,0	— 1,5	196	190	160	200
St.	— 2,75	— 2,75	170	200	200	270
K.	— 2,5	— 2,5	330	440	410	800
A.	— 1,5	— 1,25	110	150	130	170
C.	— 1,0	— 1,0	176	210	230	320
P.	— 1,5	— 1,75	158	160	175	188
S.	— 3,0	— 3,0	184	248	246	290
B.	— 1,5	— 1,75	176	190	210	320
K.	— 1,0	— 1,0	110	150	130	160
L.	— 2,0	— 2,25	170	220	200	282
R.	— 1,0	— 1,0	200	200	225	296
F.	— 1,0	— 1,5	330	330	520	600
J.	— 1,0	— 1,0	150	175	215	215

Fortsetzung der Tabelle II.

Name	Refraktion R. A.	Refraktion K. A.	30 MK	10 MK	6 MK	3 MK
N.	— 0,75	— 1,0	208	200	235	302
C.	— 1,5	— 1,5	338	337	600	680
T.	— 2,0	— 2,0	248	275	425	575
T.	— 1,0	— 1,0	200	220	230	250
N.	— 0,75	— 1,0	150	185	205	205
O.	— 2,5	— 2,5	232	285	455	625
R.	— 1,75	— 1,5	208	220	250	270
S.	— 3,0	— 3,0	210	230	250	324
St.	— 2,25	— 2,5	148	148	172	180
D.	— 3,0	— 3,0	150	150	150	160
T.	— 2,25	— 1,75	140	150	152	152
E.	— 2,0	— 2,0	210	210	250	300
B.	— 2,5	— 2,5	158	150	170	180
A.	— 2,0	— 2,0	144	144	172	166
R.	— 2,0	— 2,0	132	150	148	148
N.	— 5,0	— 5,0	246	310	350	370
T.	— 6,0	— 6,5	136	160	170	190
St.	— 4,5	— 4,5	272	274	318	410
V.	— 5,0	— 4,5	150	150	162	162
T.	— 7,0	— 7,0	136	172	182	210
P.	— 3,5	— 4,0	210	200	190	340
R.	— 3,5	— 3,5	150	130	166	166
B.	— 4,0	— 4,0	250	240	320	320
C.	— 6,0	— 6,0	160	178	178	188
T.	— 4,0	— 4,5	220	180	230	230
S.	— 4,0	— 3,5	360	420	930	1040
T.	— 4,5	— 4,5	212	384	456	500
F.	— 6,0	— 6,0	238	246	282	340
G.	— 5,5	— 5,5	372	420	990	1120
G.	— 5,0	— 5,0	220	180	230	230
L.	— 4,0	— 7,5	212	360	464	520
N.	— 4,0	— 4,5	260	270	310	390
G.	— 4,5	— 4,5	210	200	210	380
A.	— 3,5	— 3,5	218	242	278	420
R.	— 3,5	— 4,0	230	240	300	300
D.	— 5,0	— 5,5	160	170	170	180
K.	— 4,0	— 4,0	250	290	330	350

In der Tabelle I beträgt die durchschnittliche Lesedauer bei

30 MK	10 MK	6 MK	3 MK
268,03	271,43	288,36	328,26 Sek.

und wenn wir die Zeit bei voller Beleuchtung (30 MK) auf 100 reduzieren, so ergeben sich folgende Zahlen:

30 MK	10 MK	6 MK	3 MK
100	101,28	107,59	122,49.

Graphisch dargestellt, wobei in der Abszisse die Lichtstärken im MK und in der Ordinate die Zeiteinheiten auf 100 reduziert aufgetragen sind, verhalten sich diese Verhältnisse folgendermafsen:

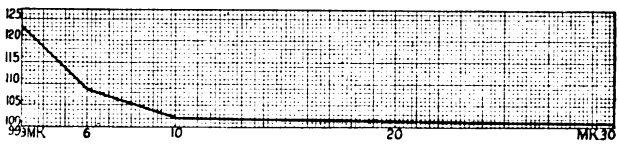


Fig. 1.

Der prozentische Durchschnittsverlust an Leistungsfähigkeit beträgt demnach bei Abnahme der Lichtstärke:

von	30	MK	auf	10	MK	=	1,26 %
»	10	»	»	6	»	=	5,86 %
»	6	»	»	3	»	=	12,16 %
»	30	»	»	6	»	=	7,05 %
»	30	»	»	3	»	=	18,34 %.

Es ist demnach der Verlust an Leistungsfähigkeit bei Abnahme von voller Lichtstärke bis auf $^1/_5$ derselben, i. e. 6 MK, ein verhältnismäfsig geringer.

Aus der Tabelle II ergeben sich folgende Zahlenverhältnisse:

Durchschnittliche Lesedauer bei

30 MK	10 MK	6 MK	3 MK
212,66	237,68	287,46	340,20 Sek.

und reduziert auf 100 =

30 MK	10 MK	6 MK	3 MK
100	111,76	135,17	162,79 Sek.

mit folgender graphischer Darstellung:

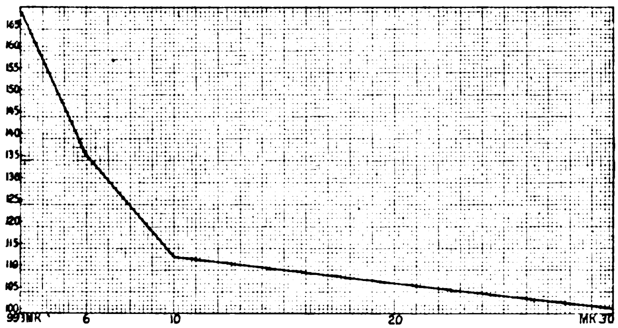


Fig. 2.

Hier beträgt demnach der prozentische Durchschnittsverlust:

von	30	MK	auf	10	MK	= 10,52 %
»	10	»	»	6	»	= 17,32 %
»	6	»	»	3	»	= 16,97 %
»	30	»	»	6	»	= 26,01 %
»	30	»	»	3	»	= 38,57 %

Es überschreitet also hier die Einbufse an Sehleistungsfähigkeit bei Verminderung der Lichtstärke auf $^1/_3$ jene, die bei $^1/_5$ Lichtstärke den Emmetropen trifft.

Wenn wir in willkürlicher Einteilung Myopen leichten Grades ($\leq$ —3,0 Dioptr.) von jenen höheren Grades ($>$ —3,0) unterscheiden und die obigen Verhältnisse aus der Tabelle II gesondert für beide Kategorien berechnen, so ergibt sich für erstere (M $\leq$ —3,0) als durchschnittliche Lesedauer bei:

30 MK	10 MK	6 MK	3 MK
207,58	232,75	263,72	326,72 Sek.

und auf 100 reduziert:

30 MK	10 MK	6 MK	3 MK
100	112,13	127,05	157,39 Sek.

oder:

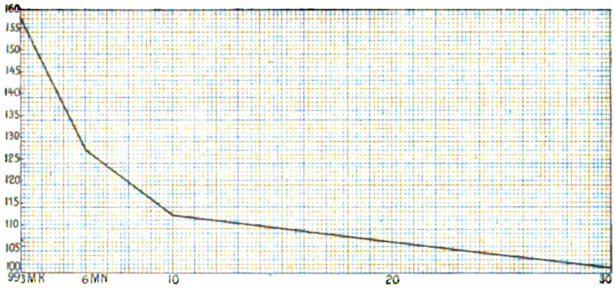


Fig. 3.

Der Verlust beträgt demnach hier in Prozenten:

von	30	MK	auf	10	MK	= 10,82 %
»	10	»	»	6	»	= 11,74 %
»	6	»	»	3	»	= 19,28 %
»	30	»	»	6	»	= 21,29 %
»	30	»	»	3	»	= 36,46 %.

Für die Myopen von mehr als — 3,0 Dioptr. ist die Durchschnittsdauer bei:

30 MK	10 MK	6 MK	3 MK
221,44	246,20	328,00	379,84 Sek.

reduziert:

30 MK	10 MK	6 MK	3 MK
100	111,18	148,12	171,53 Sek.

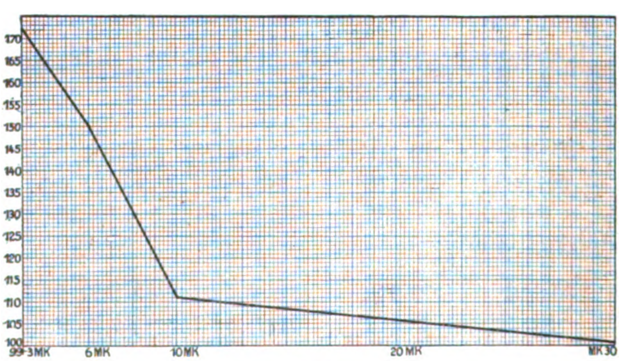


Fig. 4.

Hier beträgt der Verlust:

von	30	MK	auf	10	MK	= 10,06 %
»	10	»	»	6	»	= 24,94 %
»	6	»	»	3	»	= 13,65 %
»	30	»	»	6	»	= 32,49 %
»	30	»	»	3	»	= 41,70 %.

Wie aus diesen Zahlen zu entnehmen ist, macht sich ein Unterschied in der Beleuchtungsstärke von 30 und 10 MK nur in ganz geringem Einflusse auf die Sehleistung der Emmetropen geltend, und selbst die Herabsetzung auf 6 MK. bewirkt noch keine besondere Einbuſse letzterer. Dagegen beträgt der Verlust bei 3 MK nahezu dreimal so viel als jener bei 6 MK.

Ähnliche Verhältnisse, jedoch nur die Sehschärfe betreffend, fand Rosenthal (Über Beleuchtung und Zusammenhang derselben mit der Sehschärfe. — 59. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Berlin), indem bei seinen Untersuchungen die Sehschärfe bei Abnahme der Beleuchtungsstärke von 10—4 MK nur wenig und von 4 bis 2,5 MK rasch sank.

Daraus läſst sich der Schluſs ziehen, daſs für den Emmetropen eine Helligkeit von 10 MK als gute, eine solche von 6 MK aber als Mindestforderung zu bezeichnen wäre. Für den Myopen ergeben sich wesentlich andere Verhältnisse, die mit den Beobachtungen Seggels vollkommen im Einklang stehen.

Es ist hier für Myopen geringen Grades (< 3,0 D.) die Herabsetzung der Beleuchtung auf 10 MK, die für den Normalsichtigen einen Verlust von nur 1,26 % zur Folge hatte, mit einer Beeinträchtigung von rund 10 % verbunden.

Auffallend ist die unverhältnismäſsig starke Abnahme der Sehleistung bei Verminderung der Beleuchtungsintensität von

10 MK auf 6 MK, indem sie hier durchschnittlich 17,32 % beträgt, von welcher jedoch auf die Myopen von mehr als 3,0 D. ca. 12 % treffen. Für letztere ist der prozentuelle Verlust von 10 auf 6 MK 24,94 %, während er für die Myopen von $\leq$ — 3,0 D. 11,74 % beträgt. Die weitere Abnahme der Helligkeit von 6 MK auf 3 MK bewirkt für die letzteren Myopen 19,28 % Verlust, dagegen für jene ersteren Grades 13,65 %, was dadurch zu erklären sein dürfte, dafs die stärker Kurzsichtigen durchschnittlich schon bei ca. 6 MK nahe an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit angelangt sind. Es beträgt somit der Verlust, welcher die Abnahme von 30 MK auf 3 MK begleitet, für Myopen leichten Grades 36,46 %, für jene höheren Grades 41,70 %. Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, wie sehr Kurzsichtige durch ungenügende Beleuchtung geschädigt werden, und dafs für Myopen niedrigsten Grades die Helligkeit von 10 MK (im weifsen Lichte) als unterste Grenze angenommen werden mufs. Die Erklärung für diese den Kurzsichtigen treffenden Verhältnisse ist in den oben angeführten Defekten der Sehschärfe und des Lichtsinnes, welche durch diese Refraktionsanomalie verursacht werden. zu suchen.

Die Forderung von 10 MK Helligkeit für die Schule als Mindestbedingung würde demnach gerechtfertigt erscheinen, als ja, wie eben gezeigt, für Myopen diese Beleuchtungsintensität tatsächlich als Minimum angenommen werden mufs. Allerdings sind die Cohnschen 10 MK im roten Lichte verstanden, was ca. 25 MK im weifsen entsprechen würde, und daher viel zu hoch angeschlagen. Wenngleich es sehr richtig und anerkennenswert genannt werden mufs, im gesundheitlichen Interesse in freigiebigster Weise zu schalten, so sind gewisse Forderungen, wie auch diese, in den meisten Fällen unerfüllbar, wie sie von Prausnitz bezeichnet wurde.

Wenn auch nach Vorangeführtem eine Helligkeit von 6 MK für den Emmetropen gerade noch genügend sein könnte, ohne ihn zu schädigen, so sind doch in Anbetracht der Myopen 10 MK

zu fordern, um so mehr, als hier nicht die Verhältnisse obwalten können, wie etwa für Schwerhörige, denen entsprechende Plätze eingeräumt werden sollen, da wegen störender Schattenbildung und Helligkeitsdifferenzen eine möglichst gleichmäſsige und einheitliche Belichtung nötig ist. Nur eventuell bei Tageslicht und derartigen Schulen und Anstalten, wo dies durchzuführen noch unmöglich ist, könnte die Aushilfe gtroffen werden, welche mit der Forderung von u. a. Katz (Die Sitzordnung der Schüler nach ihrem Sehvermögen, Russk. Wratsch. 1903, Nr. 1) im Einklang steht, daſs bei der Platzverteilung der Schüler der Arzt zugezogen werden sollte. Solchen Anstalten, wie Laboratorien, technischen Hörsälen, Zeichensälen etc., in welchen sehr genaue und andauernde Inanspruchnahme der Augen nötig ist, wird die Beschaffung gröſserer Beleuchtungsstärken von 25—30 MK leichter möglich sein als niederen Schulen. Daſs dieses angegebene Beleuchtungsminimum schon unbewuſst durch viele Jahre in Verwendung ist, geht aus der Diskussion nach einem Vortrag am schulhygienischen Kongreſs in Nürnberg 1904 (Prausnitz, Über indirekte (diffuse) Beleuchtung von Schulzimmern, Diskussion: Direktor E. Bayer und Professor Prausnitz) hervor. Danach ist in einer mit elektrischen Glühlampen beleuchteten Klasse einer Wiener Schule, deren Beleuchtung durch Jahre hindurch in verschiedenen Publikationen als gute bezeichnet und demonstriert wurde, von Prausnitz nachgewiesen worden, daſs die verschiedenen Plätze nur eine Helligkeit von 3—6 MK, gemessen mit Webers Photometer, besaſsen.

Von Interesse wäre es, wenn noch andere ähnliche Versuche die gleiche Aufgabe zu lösen unternehmen würden, da gerade derartige Fragen nur auf Grund wiederholter Untersuchungen und groſsen Materials abschlieſsende Beantwortungen zulassen. Über den Einfluſs verschieden starker Beleuchtungsintensitäten bei längerer, andauernder Naharbeit werde ich noch später berichten. Wenn ich auch die untere Grenze einer bisher nahezu allgemein angenommenen hygienischen Anforderung herabsetze,

so geschieht es doch unter der Verwahrung, daſs auch ich an dem Grundsatze festhalte, daſs für die Schule das Beste noch gerade gut genug sei, vorausgesetzt die Möglichkeit der Durchführung.

Herrn Professor Prausnitz sage ich für die Anregung und die vielfachen freundlichst erteilten Ratschläge meinen ergebensten Dank.

Nachtrag zu der in dieser Zeitschrift Bd. 58 1. Heft erschienenen Arbeit über die Bewertung des Kakaos als Nahrungs- und Genufsmittel.

Von

Prof. Dr. **R. O. Neumann** (Heidelberg).

In den in der Arbeit niedergelegten Tabellen sind Unrichtigkeiten stehen geblieben, die dadurch veranlafst wurden, dafs die Tabellen durch ein unliebsames Versehen z. T. vor ihrer nochmaligen Revision zum Abdruck gelangt sind. Ich lasse deshalb die Zahlenangaben noch einmal in gedrängter Form folgen.

Die Schlufsfolgerungen bleiben dabei unberührt.

Einnahmen im 1. Versuch.

Zusammenstellung der Nahrungsmittel für den 1. Versuch.

	Wasser	Trocken-substanz	Eiweifs	Fett	Kohle-hydrate	Asche
Cervelatwurst . .	24,1	75,9	22,76	48,2	—	5,72
Briekäse	54,2	45,8	19,95	23,6	—	5,0
Roggenbrot . . .	41,7	58,3	10,85	0,4	45,35	1,7
Fett	—	—	—	100,0	—	—
Zucker	—	—	—	—	100,0	—
Kakao 34,2 % . .	4,3	95,7	23,87	34,2	11,2	5,9
» 15,2 » . .	6,1	93,9	28,35	15,2	13,4	7,5
Bahiakakao 16,8 %	4,4	95,6	27,20	16,8	12,1	5,3

I. Periode.

	Menge	Wasser	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate	Asche
Wurst	100,0	24,1	22,76	48,2	—	5,7
Käse	150,0	81,3	29,93	35,4	—	7,5
Brot	400,0	166,8	43,40	1,6	181,4	6,8
Fett	30,0	—	—	30,0	—	—
Zucker	100,0	—	—	—	100,0	—
Summa	780,0	272,2	96,09	115,2	281,4	20,0

II. Periode.

	Menge	Wasser	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate	Asche
Wurst	100,0	24,1	22,76	48,2	—	5,7
Käse	30,0	16,2	5,98	7,1	—	1,5
Brot	400,0	166,8	43,40	1,6	181,4	6,8
Fett	24,0	—	—	24,0	—	—
Zucker	90,0	—	—	—	90,0	—
Kakao 34,2 % . . .	100,0	4,3	23,87	34,2	11,2	5,9
Summa	744,0	211,4	96,01	115,1	282,6	19,9

III. Periode.

	Menge	Wasser	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate	Asche
Wurst	100,0	24,1	22,76	48,2	—	5,72
Käse	7,5	4,0	1,49	1,7	—	0,35
Brot	400,0	166,8	43,40	1,6	181,4	6,8
Fett	29,4	—	—	29,4	—	—
Zucker	87,0	—	—	—	87,0	—
Kakao 15,2 % . . .	100,0	6,1	28,35	15,2	13,4	7,5
Summa	723,9	201,0	96,0	96,1	281,8	20,37

IV. Periode.

	Menge	Wasser	Eiweifs	Fett	Kohle-hydrate	Asche
Wurst	100,0	24,1	22,76	48,2	—	5,72
Käse	7,5	4,0	1,49	1,7	—	0,35
Brot	400,0	166,8	43,40	1,6	181,4	6,8
Fett	29,4	—	—	29,4	—	—
Zucker	100,0	—	—	—	100,0	—
Summa	636,9	194,9	67,65	80,9	281,4	12,87

V. Periode.

	Menge	Wasser	Eiweifs	Fett	Kohle-hydrate	Asche
Wurst . . .	100	24,1	22,76	48,2	—	5,72
Käse	108	58,5	21,54	25,4	—	5,4
Brot	400	166,8	43,40	1,6	181,4	6,8
Fett	28	—	—	28,0	—	—
Zucker . . .	96	—	—	—	96,0	—
Kakao 34,2 %	35	1,5	8,35	11,97	3,9	2,06
Summa	767	250,9	96,05	115,17	281,3	19,98

VI. Periode.

	Menge	Wasser	Eiweifs	Fett	Kohle-hydrate	Asche
Wurst . . .	100	24,1	22,76	48,2	—	5,72
Käse	100	54,2	19,95	23,6	—	5,0
Brot	400	166,8	43,40	1,6	181,4	6,8
Fett	28	—	—	28,0	—	—
Zucker . . .	94	—	—	—	94,0	—
Kakao 15,2 %	35	2,1	9,92	5,32	4,7	2,6
Summa	757	247,2	96,03	106,72	280,1	20,12

VII. Periode.

	Menge	Wasser	Eiweifs	Fett	Kohle-hydrate	Asche
Wurst . . .	100	24,1	22,76	48,2	—	5,72
Käse . . .	102	55,2	20,34	24,0	—	5,1
Brot	400	166,8	43,40	1,6	181,4	6,8
Fett	27	—	—	27,0	—	—
Zucker . . .	95	—	—	—	95,0	—
Kakao 16,8 %	35	1,5	9,52	5,8	4,2	1,85
Summa	759	247,6	96,02	106,6	280,6	19,47

VIII. Periode.

Käse	145	78,5	28,9	34,2	—	7,2
Brot	400	166,8	43,4	1,6	181,4	6,8
Fett	45	—	—	45,0	—	—
Zucker . . .	90	—	—	—	90,0	—
Kakao 34,2 %	100	4,3	23,8	34,2	11,2	5,9
Summa	780	249,6	96,1	115,0	282,6	19,9

IX. Periode wie I. Periode.

Einnahmen im 2. Versuch.

I. Periode.

	Menge	Wasser	Eiweifs	Fett	Kohle-hydrate	Asche
Wurst . . .	100	24,8	21,95	47,3	—	5,5
Käse	150	78,0	30,64	33,1	—	7,4
Brot	400	170,0	40,80	1,6	180,8	6,8
Fett	30	—	—	30,0	—	—
Zucker . . .	100	—	—	—	100,0	—
Summa	780	272,8	93,39	112,0	280,8	19,7

II. Periode.

	Menge	Wasser	Eiweifs	Fett	Kohle-hydrate	Asche
Wurst . . .	100	24,8	21,95	47,3	—	5,5
Käse	113	58,7	23,00	24,9	—	5,5
Brot	400	170,0	40,80	1,6	180,8	6,8
Fett	28	—	—	28,0	—	—
Zucker . . .	100	—	—	—	100,0	—
v. Hout. 30,8 %	35	1,6	7,65	10,7	3,5	3,0
Summa	776	255,1	93,40	112,5	284,3	20,8

III. Periode.

	Menge	Wasser	Eiweifs	Fett	Kohle-hydrate	Asche
Wurst . . .	100	24,8	21,95	47,3	—	5,5
Käse	110	57,2	22,47	24,3	—	5,4
Brot	400	170,0	40,80	1,6	180,8	6,8
Fett	34	—	—	34,0	—	—
Zucker . . .	100	—	—	—	100,0	—
Monarch 13,5	35	2,7	8,15	4,7	5,3	2,8
Summa	779	254,7	93,37	111,9	286,1	20,5

IV. Periode.

	Menge	Wasser	Eiweifs	Fett	Kohle-hydrate	Asche
Wurst . . .	100	24,8	21,95	47,3	—	5,5
Käse	115	59,8	23,50	25,4	—	5,6
Brot	400	170,0	40,80	1,6	180,8	6,8
Fett	29	—	—	29,0	—	—
Zucker . . .	100	—	—	—	100	—
3 Männer 24,3	35	2,2	7,10	8,5	4,2	2,5
Summa	779	256,8	93,35	111,8	285,0	20,4

V. Periode.

	Menge	Wasser	Eiweifs	Fett	Kohle-hydrate	Asche
Wurst . . .	100	24,8	21,95	47,3	—	5,5
Käse	116	60,0	23,70	25,6	—	5,6
Brot	400	170,0	40,80	1,6	180,8	6,8
Fett	28	—	—	28,0	—	—
Zucker . . .	100	—	—	—	100	—
Hartw.&V. 27,6	35	1,6	6,90	9,6	4,0	2,6
Summa	779	256,4	93,35	112,1	284,8	20,5

VI. Periode.

	Menge	Wasser	Eiweifs	Fett	Kohle-hydrate	Asche
Wurst . . .	100	24,8	21,95	47,3	—	5,5
Käse	116	60,0	23,70	25,6	—	5,6
Brot	400	170,0	40,80	1,6	180,8	6,8
Fett	33	—	—	33,0	—	—
Zucker . . .	100	—	—	—	100,0	—
Pfennig 12,4%	35	3,0	6,90	4,3	5,0	2,9
Summa	784	257,8	93,35	111,8	285,8	20,8

VII. Periode.

	Menge	Wasser	Eiweifs	Fett	Kohle-hydrate	Asche
Wurst . . .	100	24,8	21,95	47,3	—	5,5
Käse	115	59,8	23,5	25,4	—	5,6
Brot	400	170,0	40,8	1,6	180,8	6,8
Fett	26	—	—	26,0	—	—
Zucker . . .	100	—	—	—	100,0	—
Suchard 33%	35	1,6	7,04	11,5	3,8	2,5
Summa	776	256,2	93,28	111,8	284,6	20,4

VIII. Periode.

1. Tag.

	Menge	Wasser	Eiweifs	Fett	Kohle-hydrate	Asche
Kakao 32,2 %	35	1,6	7,64	11,3	3,8	2,3
Zucker . . .	350	—	—	—	350,0	—
Summa	385	1,6	7,64	11,3	353,8	2,3

2. Tag.

	Menge	Wasser	Eiweifs	Fett	Kohle-hydrate	Asche
Kakao 32,2 %	100	4,7	21,83	32,2	11,0	6,5
Zucker . . .	350	—	—	—	350,0	—
Summa	450	4,7	21,83	32,2	361,0	6,5

IX. Periode.

1. Tag.

	Menge	Wasser	Eiweifs	Fett	Kohle-hydrate	Asche
Kakao 13,5 %	35	2,7	8,15	4,7	5,3	2,8
Zucker . . .	350	—	—	—	350,0	—
Summa	385	2,7	8,15	4,7	355,3	2,8

2. Tag.

	Menge	Wasser	Eiweifs	Fett	Kohle-hydrate	Asche
Kakao 13,5 %	100	7,8	23,3	13,5	15,3	8,2
Zucker . . .	350	—	—	—	350,0	—
Summa	450	7,8	23,3	13,5	365,3	8,2

X. Periode wie I. Periode.

XI. Periode.

	Menge	Wasser	Eiweifs	Fett	Kohle-hydrate	Asche
Wurst . . .	50	12,4	10,9	23,6	—	2,7
Käse	204	106,0	41,7	45,0	—	9,9
Brot	400	170,0	40,8	1,6	180,8	6,8
Kakaoöl . .	42	—	—	42,0	—	—
Zucker . . .	100	—	—	—	100,0	—
Summa	796	288,4	93,4	112,2	280,8	19,4

Erster

	Einnahmen						
	Versuchstage	Nahrungsmenge	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate	Gesamtstickstoff	Kalorien
I. Periode Vorperiode	1	780,0	96,09	115,2	281,4	15,37	2619
	2	780,0	96,09	115,2	281,4	15,37	2619
	3	780,0	96,09	115,2	281,4	15,37	2619
	4	780,0	96,09	115,2	281,4	15,37	2619
	5	780,0	96,09	115,2	281,4	15,37	2619
	6	780,0	96,09	115,2	281,4	15,37	2619
Mittel		780,0	96,09	115,2	281,4	15,37	2619
II. Periode 100,0 Kakao mit 34,2 % Fett	7	744,0	96,01	115,1	282,6	15,36	2623
	8	744,0	96,01	115,1	282,6	15,36	2623
	9	744,0	96,01	115,1	282,6	15,36	2623
	10	744,0	96,01	115,1	282,6	15,36	2623
	11	744,0	96,01	115,1	282,6	15,36	2623
Mittel		744,0	96,01	115,1	282,6	15,36	2623
III. Periode 100,0 Kakao mit 15,2 % Fett	12	724,0	96,0	96,1	281,8	15,36	2443
	13	724,0	96,0	96,1	281,8	15,36	2443
	14	724,0	96,0	96,1	281,8	15,36	2443
	15	724,0	96,0	96,1	281,8	15,36	2443
	16	724,0	96,0	96,1	281,8	15,36	2443
Mittel		724,0	96,0	96,1	281,8	15,36	2443
IV. Periode Ohne Kakao	17	637,0	67,65	80,9	281,4	10,83	2184
	18	637,0	67,65	80,9	281,4	10,83	2184
	19	637,0	67,65	80,9	281,4	10,83	2184
	20	637,0	67,65	80,9	281,4	10,83	2184
Mittel		637,0	67,65	80,9	281,4	10,83	2184
V. Periode 35,0 Kakao mit 34,2 % Fett	21	767,0	96,05	115,17	281,3	15,37	2618
	22	767,0	96,05	115,17	281,3	15,37	2618
	23	767,0	96,05	115,17	281,3	15,37	2618
	24	767,0	96,05	115,17	281,3	15,37	2618
	25	767,0	96,05	115,17	281,3	15,37	2618
Mittel		767,0	96,05	115,17	281,3	15,37	2618

Versuch.

Ausgaben							Bilanz	N-Verlust in % der N-Zufuhr	N-Ausnutzung	Fettverlust in % der Fettzufuhr	Fettausnutzung
Kot, feucht	Kot, trocken	Harnmenge	Stickstoff im Kot	Stickstoff im Harn	Gesamtstickstoff	Gesamtfett					
220,0	45,0	1200	2,83	12,36	15,19	6,03					
200,0	43,0	1160	2,70	11,83	14,53	5,76					
230,0	44,5	1080	2,80	13,26	16,06	5,96					
190,0	42,0	980	2,64	13,12	15,76	5,62	+ 0,32				
205,0	42,0	1160	2,64	11,70	14,34	5,62					
210,0	41,5	1210	2,61	11,85	14,46	5,56					
210,0	43,0	1130	2,70	12,35	15,05	5,75		17,5	82,5	4,99	95,01
480,0	105,0	1380	6,93	9,66	16,59	13,12					
502,0	101,0	1240	6,66	8,49	15,15	12,62					
475,0	103,5	1400	6,83	10,02	16,85	12,93	— 0,90				
430,0	101,5	1180	6,69	10,54	17,23	12,59					
505,0	102,5	1210	6,76	8,75	15,51	12,81					
478,0	103,0	1280	6,77	9,49	16,26	12,82		44,0	56,0	11,0	89,0
530,0	131,0	1270	7,33	7,81	15,14	13,1					
555,0	136,0	1100	7,61	9,24	16,85	13,6					
480,0	129,0	1360	7,22	8,73	15,95	12,9	— 0,46				
460,0	131,0	1290	7,33	7,90	15,23	13,1					
515,0	133,0	1210	7,44	8,52	15,96	13,3					
508,0	132,0	1250	7,38	8,44	15,82	13,2		48,0	52,0	13,7	86,3
210,0	40,5	1310	2,02	10,93	12,95	3,76					
190,0	35,0	1080	2,38	9,71	12,09	3,25					
180,0	36,5	1090	2,15	11,84	13,99	3,39	— 2,27				
200,0	37,0	1170	2,18	11,22	13,40	3,44					
195,0	37,0	1160	2,18	10,92	13,10	3,46		20,1	79,9	4,3	95,7
275,0	61,5	1340	3,93	11,84	15,77	7,38					
240,0	59,0	1260	3,77	12,83	16,60	7,08					
290,0	57,0	980	3,64	10,00	13,64	6,84	+ 0,36				
255,0	58,0	1010	3,71	11,81	15,52	6,96					
290,0	62,5	1120	4,00	9,52	13,52	7,50					
270,0	59,6	1140	3,81	11,20	15,01	7,15		24,8	75,2	6,1	93,9

Fortsetzung des

	Einnahmen						
	Versuchstage	Nahrungsmenge	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate	Gesamtstickstoff	Kalorien
VI. Periode	26	757,0	96,03	106,72	280,1	15,37	2535
35,0	27	757,0	96,03	106,72	280,1	15,37	2535
Kakao	28	757,0	96,03	106,72	280,1	15,37	2535
mit 15,2 %	29	757,0	96,03	106,72	280,1	15,37	2535
Fett	30	757,0	96,03	106,72	280,1	15,37	2535
Mittel		757,0	96,03	106,72	280,1	15,37	2535
VII. Periode	31	759,0	96,02	106,6	280,6	15,37	2536
35,0 Kakao	32	759,0	96,02	106,6	280,6	15,37	2536
mit 16,8 %	33	759,0	96,02	106,6	280,6	15,37	2536
Fett + 3,7 %	34	759,0	96,02	106,6	280,6	15,37	2536
Schalen	35	759,0	96,02	106,6	280,6	15,37	2536
Mittel		759,0	96,02	106,6	280,6	15,37	2536
VIII. Periode	36	780,0	96,1	115,0	282,6	15,37	2622
100,0	37	780,0	96,1	115,0	282,6	15,37	2622
Kakao	38	780,0	96,1	115,0	282,6	15,37	2622
mit 34,2 %	39	780,0	96,1	115,0	282,6	15,37	2622
Fett	40	780,0	96,1	115,0	282,6	15,37	2622
Mittel		780,0	96,1	115,0	282,6	15,37	2622
IX. Periode	41	780,0	96,09	115,2	281,4	15,37	2619
Nachperiode	42	780,0	96,09	115,2	281,4	15,37	2619
	43	780,0	96,09	115,2	281,4	15,37	2619
Mittel		780,0	96,09	115,2	281,4	15,37	2619

ersten Versuchs.

Ausgaben							Bilanz	N-Verlust in % der N-Zufuhr	N-Ausnutzung	Fettverlust in % der Fettzufuhr	Fettausnutzung
Kot, feucht	Kot, trocken	Harnmenge	Stickstoff im Kot	Stickstoff im Harn	Gesamt-stickstoff	Gesamtfett					
290,0	66,0	1230	4,22	11,75	15,97	8,18					
310,0	64,0	1310	4,09	10,22	14,31	7,93					
255,0	68,5	1200	4,04	11,81	15,85	8,49	+ 0,62				
260,0	63,5	1180	4,06	10,83	14,89	7,87					
285,0	64,0	1120	4,09	8,64	12,73	7,93					
280,0	65,2	1208	4,10	10,65	14,75	8,08		26,6	73,4	7,55	92,45
305,0	72,0	1080	4,53	11,86	15,89	7,92					
340,0	70,5	1160	4,44	9,24	13,68	7,75					
330,0	71,0	1230	4,47	10,01	14,48	7,81	+ 0,63				
290,0	69,5	1000	4,37	11,31	15,68	7,64					
285,0	72,0	1230	4,53	9,48	14,01	7,84					
310,0	71,0	1140	4,46	10,28	14,74	7,79		29,0	71,0	7,3	92,7
350,0	86,0	1230	5,67	10,45	16,12	9,46					
360,0	88,0	1160	5,80	9,60	15,40	9,68					
280,0	85,0	1310	5,65	12,04	17,69	9,35	— 0,61				
410,0	82,0	1080	5,40	10,21	15,61	9,02					
400,0	89,0	1120	5,87	9,25	15,12	9,79					
360,0	86,0	1180	5,67	10,31	15,98	9,46		36,8	63,2	8,2	91,8
250,0	45,5	1210	2,86	13,60	16,46	5,91					
190,0	43,5	980	2,74	10,54	13,28	5,65	+ 0,45				
210,0	43,0	1340	2,70	12,31	15,01	5,59					
217,0	44,0	1180	2,77	12,15	14,92	5,72		18,0	82,0	4,9	95,1

Zweiter

	Einnahmen						
	Versuchstage	Nahrungsmenge	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate	Gesamt-Stickstoff	Kalorien
I. Periode Vorperiode	1	780,0	93,39	112,0	280,8	14,94	2575
	2	780,0	93,39	112,0	280,8	14,94	2575
	3	780,0	93,39	112,0	280,8	14,94	2575
	4	780,0	93,39	112,0	280,8	14,94	2575
Mittel		780,0	93,39	112,0	280,8	14,94	2575
II. Periode v. Houten Kakao 30,8 % Fett	5	776,0	93,4	112,5	284,3	14,94	2594
	6	776,0	93,4	112,5	284,3	14,94	2594
	7	776,0	93,4	112,5	284,3	14,94	2594
	8	776,0	93,4	112,5	284,3	14,94	2594
	9	776,0	93,4	112,5	284,3	14,94	2594
Mittel		776,0	93,4	112,5	284,3	14,94	2594
III. Periode Monarch Kakao 13,5 % Fett	10	779,0	93,37	111,9	286,1	14,94	2597
	11	779,0	93,37	111,9	286,1	14,94	2597
	12	779,0	93,37	111,9	286,1	14,94	2597
	13	779,0	93,37	111,9	286,1	14,94	2597
	14	779,0	93,37	111,9	286,1	14,94	2597
Mittel		779,0	93,37	111,9	286,1	14,94	2597
IV. Periode 3 Männer Kakao 24,3 % Fett	15	779,0	93,35	111,8	285,0	14,94	2591
	16	779,0	93,35	111,8	285,0	14,94	2591
	17	779,0	93,35	111,8	285,0	14,94	2591
	18	779,0	93,35	111,8	285,0	14,94	2591
	19	779,0	93,35	111,8	285,0	14,94	2591
Mittel		779,0	93,35	111,8	285,0	14,94	2591
V. Periode Hartwig & Vogel Kakao 27,6 % Fett	20	779,0	93,35	112,1	284,8	14,94	2593
	21	779,0	93,35	112,1	284,8	14,94	2593
	22	779,0	93,35	112,1	284,8	14,94	2593
	23	779,0	93,35	112,1	284,8	14,94	2593
	24	779,0	93,35	112,1	284,8	14,94	2593
Mittel		779,0	93,35	112,1	284,8	14,94	2593

Versuch.

Ausgaben											
Kot, feucht	Kot, lufttrocken	Harnmenge	Stickstoff im Kot	Stickstoff im Harn	Gesamt-stickstoff	Gesamtfett	Bilanz	N-Verlust in % der N-Zufuhr	N-Ausnutzung	Fettverlust in % der Fettzufuhr	Fett-Ausnutzung
226,0	43,0	1350,0	2,62	13,15	15,77	5,93					
179,0	41,0	1050,0	2,56	12,16	14,72	5,65	+ 0,21				
210,0	42,5	960,0	2,59	11,69	14,28	5,86					
205,0	40,5	1040,0	2,47	11,68	14,15	5,58					
205,0	42,0	1100,0	2,56	12,17	14,73	5,76		17,1	82,9	5,1	94,9
227,0	57,7	1020,0	3,23	10,42	13,65	6,92					
228,0	58,6	960,0	3,28	12,52	15,80	7,03	—0,15				
235,0	57,2	820,0	3,20	11,81	15,01	6,86					
300,0	57,5	1070,0	3,22	12,34	15,56	6,90					
265,0	59,5	1030,0	3,30	12,16	15,46	7,08					
251,0	58,1	980,0	3,24	11,85	15,09	6,96		21,6	78,4	6,2	93,8
247,0	68,3	960,0	4,10	11,25	15,35	7,65					
273,0	66,1	1120,0	4,03	12,28	16,31	8,26	— 0,51				
285,0	65,0	970,0	3,96	10,25	14,21	8,12					
305,0	65,4	1020,0	3,98	11,33	15,31	8,17					
240,0	66,2	1180,0	4,03	12,04	16,07	8,27					
270,0	66,2	1050,0	4,02	11,43	15,45	8,07		26,8	73,2	7,2	92,8
210,0	56,2	1060,0	3,15	12,08	15,23	6,91					
315,0	65,0	950,0	3,65	11,13	14,78	7,99	+ 0,22				
245,0	61,5	1130,0	3,45	11,12	14,57	7,56					
230,0	61,3	970,0	3,44	10,33	13,77	7,53					
225,0	56,0	1040,0	3,15	12,14	15,29	6,88					
245,0	60,0	1030,0	3,36	11,36	14,72	7,38		22,4	77,6	6,6	93,4
230,0	58,1	1210,0	3,08	11,71	14,79	6,39					
225,0	58,3	1400,0	3,24	12,33	15,57	6,41	+ 0,40				
242,0	61,2	970,0	3,25	10,67	13,92	6,73					
295,0	60,1	940,0	2,98	12,02	15,00	6,49					
283,0	58,3	1130,0	3,10	10,32	13,42	6,41					
255,0	59,1	1130,0	3,13	11,41	14,54	6,49		20,9	79,1	5,8	94,2

Fortsetzung des

	Einnahmen						
	Versuchstage	Nahrungsmenge	Eiweifs	Fett	Kohlehydrate	Gesamtstickstoff	Kalorien
VI. Periode	25	784,0	93,35	111,8	285,8	14,94	2594
Pfennig-	26	784,0	93,35	111,8	285,8	14,94	2594
Kakao	27	784,0	93,35	111,8	285,8	14,94	2594
12,4 % Fett	28	784,0	93,35	111,8	285,8	14,94	2594
	29	784,0	93,35	111,8	285,8	14,94	2594
Mittel		784,0	93,35	111,8	285,8	14,94	2594
VII. Periode	30	766,0	93,28	111,8	284,6	14,94	2589
Suchard-	31	766,0	93,28	111,8	284,6	14,94	2589
Kakao	32	766,0	93,28	111,8	284,6	14,94	2589
33 % Fett	33	766,0	93,28	111,8	284,6	14,94	2589
	34	766,0	93,28	111,8	284,6	14,94	2589
Mittel		766,0	93,28	111,8	284,6	14,94	2589
VIII. Periode Adler-	35	385,0	7,64	11,3	353,8	1,20	1586
Kakao 32,2 % Fett	36	450,0	21,83	32,2	361,0	3,49	1868
Summe		835,0	29,47	43,5	714,8	4,69	
IX. Periode Monarch-	37	385,0	8,15	4,7	355,3	1,30	1533
Kakao 13,5 % Fett	38	450,0	23,3	13,5	365,3	3,73	1718
Summe		835,0	31,45	18,2	720,6	5,03	
X. Periode	39	780,0	93,39	112,0	280,8	14,94	2575
Nach-	40	780,0	93,39	112,0	280,8	14,94	2575
periode	41	780,0	93,39	112,0	280,8	14,94	2575
Mittel		780,0	93,39	112,0	280,8	14,94	2575
XI. Periode	42	796,0	93,40	112,2	280,8	14,94	2578
Kakaoöl	43	796,0	93,40	112,2	280,8	14,94	2578
Mittel		796,0	93,40	112,2	280,8	14,94	2578

zweiten Versuchs.

Ausgaben											
Kot, feucht	Kot, lufttrocken	Harnmenge	Stickstoff im Kot	Stickstoff im Harn	Gesamt-stickstoff	Gesamtfett	Bilanz	N-Verlust in % der N-Zufuhr	N-Ausnutzung	Fettverlust in % der Fettzufuhr	Fett-Ausnutzung
325,0	64,1	1260,0	4,03	9,91	13,94	8,46					
265,0	67,3	910,0	4,38	11,88	16,26	8,88					
310,0	70,4	1210,0	4,43	10,38	14,81	9,29	— 0,16				
240,0	68,2	1440,0	4,29	10,83	15,12	8,60					
235,0	68,0	1430,0	4,28	11,10	15,38	8,97					
275,0	67,6	1250,0	4,28	10,82	15,10	8,84		28,6	71,4	7,9	92,1
250,0	54,3	1240,0	3,20	11,31	14,51	6,24					
232,0	60,0	1160,0	3,54	12,21	15,75	7,26	— 0,05				
245,0	56,1	1210,0	3,20	11,58	14,78	6,45					
333,0	60,8	1040,0	3,58	12,22	15,80	6,99					
180,0	61,3	950,0	3,61	10,53	14,14	7,41					
248,0	58,5	1120,0	3,42	11,57	14,99	6,87		22,9	77,1	6,1	93,9
90,0	29,5	1240,0	1,78	3,83	5,61		—3,35[1])				
135,0	43,0	1360,0	2,20	3,58	5,78						
225,0	72,5		3,98	7,41	11,39	5,65		55,0[1])	45,0[1])	12,9	87,1
95,0	30,0	1480,0	1,88	3,42	5,30		— 3,31[1])				
194,0	63,5	1230,0	3,30	3,05	6,35						
289,0	93,5		5,18	6,47	11,65	2,89		75,2[2])	24,8[2])	15,9	84,1
243,0	44,7	1140,0	2,68	14,12	16,80	5,58	— 0,3				
205,0	42,5	1230,0	2,59	11,61	14,20	5,31					
182,0	42,4	1110,0	2,58	12,14	14,72	5,30					
210,0	43,2	1160,0	2,62	12,62	15,24	5,37		17,5	82,5	4,8	95,2
195,0	41,0	1008,0	2,29	12,96	15,25	5,78	— 0,45				
220,0	42,8	1250,0	2,39	13,14	15,53	6,03					
207,0	41,9	1129,0	2,34	13,05	15,39	5,90		15,7	84,3	5,3	94,7

1) pro die. 2) Nach Abzug des Darmstickstoffs = 0,7 g pro die.

Es sei noch darauf hingewiesen, dafs in dem II. Versuche IX. Periode bei »Fettverlust« an Stelle von 17,2 15,9 eingetragen ist. Dadurch veränderte sich die Zahl der Ausnützung von 82,8% auf 84,1%. Der Unterschied wurde dadurch hervorgerufen, dafs bei den Einnahmen an Stelle des 13,5% Fett haltigen Kakaos 12,5% eingesetzt worden war. Und im I. Versuch V. Periode mufste die Bilanz nicht +0,26 sondern +0,36 heifsen (Subtraktionsfehler). Etwaige in den Tabellen veränderte Zahlen, die auch im Text Aufnahme gefunden hatten, sind dementsprechend zu berichtigen.

Auf das Gesamtergebnis üben diese Veränderungen keinen Einflufs aus.

Vergleichende Untersuchungen über die hygienischen und technischen Eigenschaften glatter weifser Leinwand und Baumwollgewebe.

Von

Prof. Dr. **K. B. Lehmann.**
Würzburg.

(Aus dem Hygienischen Institut in Würzburg.)

I. Einleitung.

Die Unterkleidung und in ziemlichem Umfang auch die Oberkleider unserer Vorfahren bestanden aus der Faser des selbstgesponnenen Flachses. In neuerer Zeit wird in immer gröfserem Umfange in unserem Vaterland die Leinwand durch Gewebe aus der billigeren Baumwolle verdrängt. Derjenige, der seine Bedürfnisse nach Leib- oder Bettwäsche nur möglichst billig befriedigen will, wird natürlich zur Baumwolle greifen und sicher wird niemand versuchen wollen, die Baumwolle heute wieder ganz durch Leinwand zu ersetzen. Dagegen erscheint es berechtigt, die Frage aufzuwerfen, ob nicht für denjenigen, der etwas gröfsere Summen anlegen kann, die Erwerbung leinener Stoffe aus hygienischen oder ökonomisch-technischen Gründen, wenigstens für gewisse spezielle Zwecke, vorzuziehen sei.

Diese Frage war es, welche mir von dem Verbande Deutscher Leinenindustrieller gestellt wurde — meine Arbeit bedeutet den ehrlichen Versuch, objektiv alles mir zugängliche Material darzustellen und durch eigene möglichst vielseitige Experimente zahl-

reiche, bisher scheinbar noch wenig studierte Fragen zu klären. Die Literaturstudien ergaben in der mir zugänglichen technischen Literatur (s. u.) auffallend spärlich exakt vergleichbare Angaben; mehrere hervorragende Technologen, an die ich mich wandte, bedauerten lebhaft, keine weitere Literatur zu kennen, so dafs ich mich endlich beruhigte, wenn ich es auch kaum begreifen konnte. In der hygienischen Literatur haben mir besonders die grundlegenden Arbeiten von Rubner an manchen Stellen zum Ausgangspunkte dienen können. Die Untersuchung führte zur Ausarbeitung einer ganzen Anzahl von Methoden, die meines Wissens in Kleidungsfragen überhaupt noch nicht angewandt worden sind. Es sei schon hier ausgesprochen, dafs die vorliegenden Untersuchungen selbstverständlich nicht beanspruchen, all die zahlreichen Einzelfragen, die sie streifen, endgiltig zu beantworten, ich habe aber versucht über möglichst viele Fragen, soweit es meine Zeit und Hilfsmittel irgend zuliefsen, eigene Anschauungen zu gewinnen.

Streng ausgeschlossen wurden bei den Versuchen alle halbleinenen Stoffe, die in so verschiedenartigen Mischungen im Handel so massenhaft vorkommen, dafs selbst die Besitzer grofser Detailgeschäfte schliefslich nicht mehr wissen, wo die Leinwand aufhört und die Baumwolle anfängt.

Die Stoffe, an denen die Untersuchungen ausgeführt wurden, wurden mir zum Teil von den Auftraggebern geliefert, und zwar hatten sich dieselben verpflichtet, mir neben den von ihnen ausgewählten Leinenstoffen Baumwollstoffe von möglichst ähnlicher Dicke, Fadenzahl und Qualität zum Vergleich zu besorgen. Nachdem die Untersuchung an den 6 eingesandten Stoffproben beendigt war, habe ich die ganze Arbeit nochmals wiederholt mit 8 in Würzburg in guten Ladengeschäften persönlich eingekauften Proben, um dem Einwand zu entgehen, dafs das eingesandte Material nicht unparteiisch ausgewählt worden sei. Zu meiner Freude ergaben auch die Untersuchungen an den gekauften Stoffen in allem Wesentlichen das gleiche Resultat. Auf einzelne, aus der Reihe fallende Werte mufs man bei derartigen Untersuchungen ja immer gefafst sein, denn die Qualität des

Rohmaterials scheint mindestens ausnahmsweise erheblichen Schwankungen unterliegen zu können. Im folgenden bedeutet L. stets Leinwand, B. Baumwolle. Die wichtigsten physikalischen Konstanten gibt Tabelle III (S. 202).

II. Die makroskopische und mikroskopische Struktur der Fasern.

Die Baumwollfaser besteht bekanntlich aus den Samenhaaren verschiedener Spezies der Gattung Gossypium. Die Haare sind einzellig, an der Basis schmäler als in der Mitte, 0,012—0,042 (zumeist 0,016—0,025) mm breit und 15—20 (seltener 40—60) mm lang. Die Zellwand ist relativ kräftig entwickelt und nach Aussen von einer aufserordentlich dünnen, körneligen oder gestreiften Oberhaut (Cuticula) begrenzt. Die Faser ist stellenweise, seltener ihrer ganzen Länge nach, korkzieherartig gedreht. Der Querschnitt ist elliptisch bis nierenförmig. Vom Gesamtquerschnitt entfallen ungefähr 92% auf die Zellwandung und 8% auf das Lumen. Das gänzlich unverholzte Haar besitzt nur ein geschlossenes, meist abgerundetes Ende.

Die Baumwollspinnerei hat also als Ausgangsmaterial kurze feine Faserelemente, die unter sich gar nicht zusammenhängen, sondern erst durch Zusammendrehen beim Verspinnen in Zusammenhang gebracht werden müssen.

Im Gegensatz zum Baumwollhaar besteht die Flachsfaser aus dem Baste der Leinpflanze. Durch mannigfache — hier nicht näher zu besprechende Manipulationen: Rösten, Knicken, Brechen, Schwingen, Hecheln etc. — werden die Bastfasern von den übrigen Geweben des Leinstengels isoliert.

Die isolierte Bastfaser besitzt 4—66, meist aber 25—30 mm Länge und etwa 0,015—0,037 (zumeist 0,020) mm Breite, also ähnliche Dimensionen wie das Baumwollhaar. Der spinnfertige Flachs besteht aber durchaus nicht aus lauter isolierten Bastfasern, sondern zumeist aus dünnen Verbänden derselben zu kleinen Bündeln von 280—1000 mm Länge und einer Dicke von 0,1—0,2 mm. Es scheint, dafs je nach der Leitung der

chemischen und mechanischen Bearbeitung des Stengels der natürliche Zusammenhang der Fasern bald mehr, bald weniger gelockert wird, indem die Kittsubstanz der Fasern mehr oder weniger ausgezogen wird. Die vollgebleichte Faser besteht durchweg aus isolierten Zellen. Die Elementarfaser des Flachses ist aufserordentlich stark verdickt — das Verhältnis der Zellwandung zum Lumen beträgt etwa 98,8 : 1,2—, so dafs die Faser beinahe massiv erscheint. Sie ist steif, nicht gedreht und stellenweise mit Querrissen und knotenartigen Anschwellungen, sogenannten Verschiebungen, versehen. Letztere sind lediglich auf mechanische Deformationen während der Bereitung des Materials zurückzuführen (Schwendener). Auf dem Querschnitte erscheinen die ungebleichten Fasern zu Bündeln gruppiert und scharf polygonal begrenzt. Der Kanal der ungebleichten Faser ist fast stets mit gröfseren Mengen protoplasmatischer Substanzen erfüllt. Diese färben sich bei der Behandlung mit Chlorzinkjod deutlich gelb.

In der gebleichten Faser fehlen sie nahezu vollständig.

Die angegebenen Merkmale beziehen sich auf die Bastfasern der Stengelmitte, welche die Hauptmasse der Flachsgarne (Line) ausmachen. In Werggarnen (Tow) finden sich aufserdem wenig widerstandsfähige, weitlumige und breite Zellen vor, die sehr stark an Hanf erinnern.

III. Die chemischen Eigenschaften der Leinen- und Baumwollfaser.

a) Zusammensetzung.

Die gereinigte, gebleichte Flachsfaser besteht ebensowohl wie die spinnfertige Baumwollfaser im wesentlichen aus Zellulose. Der Wassergehalt der Faser schwankt in der Zimmerluft etwa zwischen $5^1/_2$ und $8\,^0/_0$. Die genauere Untersuchung mit chemischen Methoden ergab keine merklichen Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung der gereinigten Fasern.

Es wurde verglichen ein leinener und baumwollener Hemdenstoff (L. Feiner Hemdenstoff I und B. Feiner Hemdenstoff I),

je fünfmal mit Seife und destilliertem Wasser gewaschen. Ich fand in Prozent der lufttrockenen Substanz:

	Leinwand	Baumwolle
Asche	0,3	0,34
Fett (Ätherextrakt)	0,17	0,25
Eiweifsstoffe (Stickstoff mal 6,25) .	0,35	0,4

Damit stimmen recht gut die von Bottler[1]) (Lit. Nr. 6, S. 11) angegebenen Zahlen für rohe Baumwolle:

Asche	0,12
Ätherextrakt. . . .	0,4—0,5
Eiweifsstoffe	0,5—0,7.

Eine Analyse von entfetteter Watte gab nur 0,076 % Asche, ein Beweis, dafs auch in den oft gewaschenen Stoffen noch Reste von Beschwerungs- resp. Schönungs- oder Waschmitteln zurückbleiben.

Die Trockensubstanz der ungebleichten, gehechelten Flachsfaser enthält annähernd: 85 % Zellulose, 2 % Fett, 4 % Eiweifs, 1 %[1]) Asche und 8 % stickstofffreie Extraktivstoffe (Farb-, Gerb-, Pektinstoffe). Zu letzteren gehören auch geringe Mengen von Ligninsubstanzen, welche indessen nach dem Bleichen vollständig verschwinden. Lignin ist nach Czapek ein Sammelbegriff für aromatische Aldehyde, die von sehr viel Pentosanen (Holzgummi etc.) begleitet sind. Eine quantitative Bestimmung unterliefs ich.

b) Chemische Reaktionen.

Man hat auf chemische Reaktionen eine Methodik zu gründen versucht, um Baumwolle und Leinwand zu unterscheiden. Von den in der Literatur angeführten Angaben teile ich nur diejenigen mit, die sich bei einer Nachprüfung als einigermafsen brauchbar ergeben haben. Es sind die folgenden:

[1]) In ungebleichtem, noch recht unreinem Flachs fand ich 0,78 % Asche.

1. Die Böttgersche Fuchsinprobe soll folgendermafsen angestellt werden: In einer 1 proz. alkoholischen Fuchsinlösung färben sich die Stoffe rot, in einer wäfsrigen Ammoniaklösung soll Baumwolle farblos werden, Leinen rosa bleiben. Meine Versuche ergaben, dafs sich nur die ungeklärte und halbgeklärte Leinwand dauernd rot färbt, gut gebleichte (geklärte) Leinwand verhält sich wie Baumwolle. Interessant, wie schon Schacht für ähnliche Reaktionen angibt, ist der Umstand, dafs die übrigbleibende Rotfärbung der ungebleichten Leinwand nicht den Bastfasern selbst, sondern Massen, die zwischen den Bastfasern liegen, zu kommt. Schon makroskopisch, besonders schön aber mikroskopisch erkennt man oft sehr uncharakteristisch geformte rote Schollen etc., deren Zellstruktur nur selten sicher festzustellen ist, zwischen den farblosen Bastfasern. Je feiner und vollständiger gebleicht die Flachsfasern sind, um so schwächer werden die Färbungen.

2. Nach einer anderen Methode von Böttger soll nach zwei Minuten langem Kochen mit Kalilauge (1 : 2), darauffolgendem Auswaschen und Trocknen zwischen Filtrierpapier, Leinen tiefgelb, Baumwolle weifslich erscheinen. Bei unseren Versuchen wurde die Farbenreaktion nur bei ungeklärter Leinwand kräftig; die gebleichten Sorten zeigten eine schwachgelbe Nuance. Dieselbe wurde aber auch bei einer Baumwollsorte beobachtet, wenn auch noch ein wenig schwächer.

3. Durch konzentrierte Schwefelsäure wird Baumwolle schneller gelöst wie Leinwand. In unseren Versuchen wurden Streifen von 3 Leinen- und 3 Baumwollproben in konzentrierte Schwefelsäure eingehängt. Nach ca. $^1/_2$ Stunde waren die Baumwollstreifen im Niveau der Oberfläche der Säure aufgelöst und schwammen sichtlich angegriffen in der Flüssigkeit. Nach einer weiteren $^1/_4$ Stunde waren sie vollständig aufgelöst. Nach diesem Zeitraum wurden auch die Leinwandstreifen im Niveau der Säure zerfressen, wobei die ungeklärte Leinwand am längsten widerstand. Nach weiteren 20 Minuten lösten sich auch die Leinwandstreifen vollständig auf. Auch hier zeigte sich die ungeklärte Leinwand am längsten erhalten.

4. Das von der Appretur durch Auskochen in Wasser befreite Gewebestück wird auf eine Glasplatte gelegt, mit fettem Öl im Überschufs gut durchtränkt und unter Vermeidung von Luftblasen mit einer kleineren Glasplatte bedeckt. Die Leinenfaser erscheint im durchgehenden Lichte transparent (hell), die Baumwollfaser dunkler. Das Umgekehrte beobachtet man im auffallenden Lichte. Diese durch Einfachheit ausgezeichnete Probe gewinnt noch an Schärfe, sobald man sie, nach dem Vorschlage von H. Behrens, mit in Methylenblau gefärbten Gewebestückchen ausführt.

Andere in der Literatur erwähnte Methoden wurden mit ganz negativem Erfolg versucht. So wollte mit dem vorliegenden fünfmal gewaschenen Material die Methode von Chevalier nicht gelingen, welche vorschreibt, Fasern der zu untersuchenden Stoffe in eine starke Lösung von Kochsalz und Zucker zu tauchen, zu verbrennen und aus der Farbe der Asche — Leinen graue Asche, Baumwolle schwarze — auf den Grundstoff zu schliefsen. Ein negatives Ergebnis gab auch die Färbemethode mit Cochenille nach Bolley. Immerhin mag auf die Möglichkeit hingewiesen werden, dafs die Referate über diese Methoden in der zugänglichen Literatur durch die Knappheit der Fassung an Klarheit und möglicherweise auch an Richtigkeit gelitten haben könnten.

An einigen Stellen findet man in der Literatur die Angabe, dafs Leinen gegen chemische Agentien weniger widerstandsfähig ist als Baumwolle (vgl. Hummel-Knecht; Färberei und Bleicherei der Gespinstfasern S. 15 und G. v. Georgievics; Lehrbuch der Gespinstfasern S. 19). Nirgends wurden aber detaillierte Angaben über dieses Verhalten gefunden und es wurden deswegen eigene Versuche angestellt.

1. Versuche mit Chlorwasser.

Die appreturfreien, getrockneten und gewogenen Stoffproben (40 cm lang und 4 cm breit) wurden in einem geschlossenen Gefäfs mit gesättigtem Chlorwasser 24 Stunden bei Zimmertemperatur stehen gelassen, gründlich ausgewaschen, bis kein Chlor nachweisbar war, dann getrocknet und gewogen.

Tabelle I.

Leinen	Gewicht der Stoffe vor dem Versuch	Absolute Gewichts-abnahme	Gewichts-abnahme in %	Baumwolle	Gewicht der Stoffe vor dem Versuch	Absolute Gewichts-abnahme	Gewichts-abnahme in %
				Bettuch I	4,2046	0,0124	0,29
Bettuch gebleicht	3,7294	0,0283	0,76		4,1599	0,0161	0,38
	3,8840	0,0429	1,10				
				Bettuch II	4,1553	0,0170	0,41
Grober Hemdenstoff	3,8312	0,0201	0,52	Grober Hemdenstoff I	2,6308	0,0030	0,11
	3,8255	0,0248	0,65		2,6384	0,0062	0,23
				Grober Hemdenstoff II	2,4266	0,0071	0,29
					2,4880	0,0050	0,20
				Feiner Hemdenstoff I	2,5721	0,0201	0,78
Feiner Hemdenstoff I	3,5068	0,0273	0,78		2,1573	0,0173	0,80
	3,4736	0,0267	0,77		2,6019	0,0100	0,38
Feiner Hemdenstoff II	3,3807	0,0135	0,39	Feiner Hemdenstoff II	3,1809	0,0080	0,25
	3,0815	0,0105	0,34		2,5100	0,0120	0,48
Feiner Hemdenstoff III	3,0118	0,0128	0,42				
	2,9841	0,0186	0,62				
				Cambric	1,7289	0,0002	0,01
					1,7307	0	0

Aus der Tabelle folgt: In 24 h entzieht gesättigtes Chlorwasser bei Zimmertemperatur der Leinwand 0,34 — 1,1 % ihres Gewichtes; im Mittel 0,64, der Baumwolle 0,01 — 0,80 % ihres Gewichtes, im Mittel 0,33.

Einen Grund für die Unterschiede der einzelnen Leinwand und Baumwollproben untereinander kenne ich nicht, ebensowenig ist sicher anzugeben, warum Leinwand etwas stärker angegriffen wird wie Baumwolle. Es erscheint indes diese Tatsache wohl verständlich, weil sowohl die Leinenbastfaser selbst als etwaige zellige anhaftende Elemente und Kittsubstanzen an Chlorwasser vermutlich mehr abgeben als die reine Zellulose der Baumwolle.

2. Versuche mit $^1/_{10}$ Normalnatronlauge.

Bei diesen Versuchen wurden 27 cm lange und 4 cm breite Stoffproben in 250 ccm $^1/_{10}$ Normalnatronlauge 6 Stunden gekocht. Das Kochen wurde in Bechergläsern vorgenommen und es wurde

dafür Sorge getragen, dafs die Konzentration der Kochflüssigkeit während des ganzen Prozesses wenigstens annähernd dieselbe blieb. Dabei wurde stets 1 Baumwollprobe und 1 Leinwandprobe in je einem Becherglas zusammen behandelt, so dafs dadurch ein Teil der event. Ungenauigkeiten, welche durch das mehr oder weniger ungleichmäfsige Kochen in den einzelnen Bechergläsern entstehen konnten, eliminiert wurde. Nach gründlichem Auswaschen und Auskochen mit destilliertem Wasser und Trocknen wurden die Gewichtsabnahmen ermittelt. Die Resultate sind in der Tabelle II enthalten.

Natronlauge greift nach den Resultaten dieser Tabelle in der grofsen Mehrzahl der Fälle Leinwand ähnlich an wie Baumwolle, immerhin sind die Leinenabnahmen meist etwas höher. Lassen wir

Tabelle II.

Gewichte der Stoffstreifen 1—2 g
Absolute Gewichtsabnahmen 16—46 mg

Leinen	Gewichtsabnahmen in % nach 6 st. Kochen	Gewichtsabnahmen in % nach nochmaligem 6 st. Kochen	Baumwolle	Gewichtsabnahmen in % nach 6 st. Kochen	Gewichtsabnahmen in % nach nochmaligem 6 st. Kochen
			Bettuch I	1,15	0,68
				1,47	1,03
Bettuch gebleicht	2,01	—	Bettuch II	2,45	—
	1,99	—		2,21	—
			Bettuch III	1,95	—
				1,81	—
Grober Hemdenstoff	2,24	1,34	Grober Hemdenstoff I	1,49	1,03
	2,01	1,30		1,38	—
Feiner Hemdenstoff I	2,05	—			
	2,09	—	Feiner Hemdenstoff II	0,85	—
Feiner Hemdenstoff II	5,72	2,14		0,86	—
	5,10	2,37		0,89	0,55
Feiner Hemdenstoff III	2,38	1,13		0,92	0,46
	2,55	1,13	Taschentuch	4,55	weg. Materialmangel nicht bestimmt
Taschentuch	3,00	—		4,50	
	3,01	—	Cambric	2,58	1,13
				1,71	0,56

die beiden extrem hohen Werte L. Feiner Hemdenstoff II und B. Taschentuch zuerst weg, so ergibt sich als Mittel für Leinwand 2,33 %, für Baumwolle 1,55 %.

Nun zeigen aber die beiden bisher nicht in Betracht gezogenen Stoffe ganz extreme Werte: L. Feiner Hemdenstoff II 5,1 — 5,7 % Abnahme, während B. Taschentuch nur 4,55 — 4,5 % Abnahme zeigt. Es gibt also Leinenstoffe, die von Natronlauge abnorm stark angegriffen werden, doch kommen auch abnorme Baumwollstoffe vor.

Die Untersuchungen genügen vorerst nicht zur Aufklärung dieser auffallenden Befunde. Dafs der Befund bei L. Feiner Hemdenstoff II von vorher ungenügend entfernter Appretur bedingt sei, ist ausgeschlossen, denn gerade bei dieser von Hause aus stark appretierten Probe haben wir besondere Sorgfalt auf Entfernung der Appretur verwendet; das B. Taschentuch war überhaupt nicht appretiert.

Auch die Annahme, dafs bei L. Feiner Hemdenstoff II etwa das Lignin der Bastfaser bei der Herstellung des Stoffes nicht genügend entfernt worden sei, befriedigt nicht, namentlich da der Baumwolltaschentuchstoff fast ebenso grofsen Verlust zeigt, obwohl er kein Lignin enthalten kann.

Die Verluste beim zweiten Kochen mit Natronlauge während 6 Stunden ergaben aufs neue Gewichtsabnahmen, die nochmals etwa 50—66 % der ersten betrugen. Auch jetzt waren die Abnahmen der Leinwand etwas gröfser als die der Baumwolle, die Proben, die das erste Mal eine besonders starke oder schwache Abnahme gezeigt hatten, boten wieder das gleiche Verhalten.

Die beiden Versuchsreihen mit Natronlauge wie die mit Chlorwasser scheinen auf eine gewisse gröfsere Empfindlichkeit der Leinwand gegen chemisch angreifende Schnellwaschmittel zu deuten. Auch die Zerreifsbarkeit der Leinenstoffe schien durch das Auskochen mit Natronlauge stärker zugenommen zu haben wie die der Baumwollstoffe. Die frisch äufserst schwer zerreifsbare Leinwand, »L. Bettuch gebleicht« war durch die Natronlauge sehr viel zerreifsbarer geworden. Es erklärt

sich dies vielleicht durch Auflösung dez Bindesubstanz zwischen den einzelnen Zellen der Bastbündel des Flachses.

IV. Mechanische Grundeigenschaften der Gewebe.

Es handelt sich im folgenden nur um den Vergleich von Geweben mit einfacher Fadenkreuzung und so ähnlichem Aussehen, dafs selbst der Fachmann Leinen- und Baumwollproben in appretiertem Zustande wenigstens nicht ohne Mühe unterscheidet.

1. Mikroskopisches Aussehen.

In einem Schnittpräparat, durchs Mikroskop betrachtet, zeigen diese einfachsten Leinen- und Baumwollgewebe nach Rubner ein untereinander ähnliches Bild.

Bei der Leinwand legen sich die einzelnen, ziemlich dicken Fäden eng aneinander und lassen nur kleine Hohlräume zwischen sich. Dadurch, dafs die Querfäden stark angezogen sind, wird der Oberfläche ein kleinwelliges Aussehen gegeben. Sehr ähnlich dicht sind die Fäden bei den Baumwollstoffen, auffallende Unterschiede fehlen.

2. Fadenzahl, Garnnummer, Dicke, Flächengewicht, Luftgehalt der appreturfreien Stoffe.

Alle Stoffe sind als Gemische von Luft und Textilfasern aufzufassen. Im appretierten Zustande kommen dazu Stärke und anorganische Substanzen (Beschwerungsmittel), welche die Poren des Gewebes mehr oder weniger vollständig erfüllen und den Luftgehalt herabsetzen. In folgendem soll zunächst nur von nicht appretierten Stoffen gesprochen sein.

Die grofse Bedeutung des Luftgehaltes für die thermischen Eigenschaften der Gewebe hat Rubner ausführlich behandelt (vgl. Abschn. X).

Bei jedem Kleidungsstoff interessiert uns (Rubner):

1. seine Dicke, d. h. der Abstand seiner Ober- und Unterseite in mm,

2. sein spezifisches Gewicht, was uns einen Mafsstab für seinen Luftgehalt gibt.

3. das Flächengewicht von 100 qcm. Diese Gröfse hängt ab von der Dicke und vom spezifischen Gewicht der luftfreien

Tabelle

Leinen										
		Dicke in mm	Fadenzahl	Garnnummer Kette	Garnnummer Schufs	1 qdm wiegt g	Gewicht von 1 qcm Fläche u. 1 mm Dicke	1 ccm lufthalt. Material wiegt g	Porenvolumen in %	Gehalt am Material in %
Nach Versuchen v. Rubner	Grobes Leinen	0,40	—	—	—	2,66	0,0665	0,665	49	52
Eigene Versuche	Bettuch, ungebleicht	0,32	24/24	30	40	2,134	0,0666	0,666	49	51
	Bettuch, gebleicht	0,22	24½/22	30	40	1,783	0,0809	0,809	38	62
	Grob. Hemdenstoff	0,26	28/27	—	—	1,803	0,0694	0,694	47	53
	Fein. Hemdenstoff I	0,21	32/29	45	60	1,545	0,0735	0,735	43	57
	Fein. Hemdenstoff II	0,20	36/34	—	—	1,464	0,0732	0,732	43	57
	Fein. Hemdenstoff III	0,19	39/38	—	—	1,405	0,0739	0,739	43	57
	Taschentuch	0,17	36/34	—	—	1,255	0,0738	0,738	44	56
						Mittel		0,722	43	57

Substanz — das ich mit Rubner für Leinwand und Baumwolle zu 1,3 annehme.

Bei der ähnlichen Webweise der weifsen Leinen- und Baumwollgewebe, wie sie hier allein der Gegenstand unserer Betrachtung sind, bei dem gleichen spezifischen Gewicht der luftfreien Leinen- und Baumwollfaser, bei der Möglichkeit aus Leinwand und Baumwolle sowohl dünne als wie ziemlich dicke Stoffe herzustellen, sind alle eben aufgezählten Gröfsen bei Leinwand und Baumwollstoff im grofsen Ganzen ähnlich zu erwarten — doch geben die Bestimmungen an meinen 16 ausgewählten Proben (Tab. III) recht interessante Unterschiede.

III.

Baumwolle										
		Dicke in mm	Fadenzahl	Garnnummer Kette	Garnnummer Schuſs	1 qdm wiegt g	Gewicht von 1 qcm Fläche u. 1 mm Dicke	1 ccm lufthalt. Material wiegt g	Porenvolumen in %	Gehalt am Material in %
Nach Versuchen v. Rubner	Starke Baumw.	0,31	—	—	—	1,49	0,0480	0,480	63	37
	Feine Baumw.	0,17	—	—	—	1,23	0,0768	0,768	41	59
Eigene Versuche	Bettuch I	0,31	25/25	—	—	1,976	0,0638	0,638	51	49
	Bettuch II	0,24	24½/25	24	16	1,640	0,0684	0,684	48	52
	Bettuch III	0,23	24/25	24	20	1,365	0,0594	0,594	54	46
	Grob. Hemdenstoff I	0,22	33½/32	—	—	1,210	0,0549	0,549	58	42
	Grob. Hemdenstoff II	0,22	28/24	—	—	1,260	0,0572	0,572	56	44
	Fein. Hemdenstoff I	0,18	30/32	30	24	1,208	0,0672	0,672	48	52
	Fein. Hemdenstoff II	0,21	33½/40	—	—	1,222	0,0587	0,587	55	45
	Taschentuch	0,17	30/32	—	—	0,878	0,0516	0,516	60	40
	Cambric	0,14	44/52	—	—	0,810	0,0578	0,578	56	44
							Mittel	0,599	54	46

Bei genauer Vergleichung der Zahlen fällt vor allem auf, daſs das spez. Gewicht der Baumwollgewebe fast durchweg niedriger ist. Im Mittel finden wir für unsere Leinenstoffe 0,722, für die Baumwollstoffe 0,599, d. h. die Leinengewebe sind rund 17 % schwerer.

Dies ist von doppeltem Interesse. Einmal beweist es, daſs die Baumwollgewebe etwa 19 % luftreicher sein müssen, da ja die Fasergrundsubstanz das gleiche Gewicht hat. Zweitens ergibt sich daraus, daſs bei gleicher Flächengröſse und Dicke ein Leinenstoff rund 17 % mehr Faser enthält.

Bei Gleichwertigkeit von Leinen- und Baumwollfaser müfste schon deshalb das Leinengewebe 17% mehr kosten (s. u.). Die Zahlen der Tabelle werden weiterhin noch vielfach Verwendung finden.

3. Flächengewicht, Luftgehalt, Dicke der appretierten Stoffe.

Ich lasse gleich Tabelle IV folgen, welche für eine Reihe der von mir untersuchten Stoffe die gleichen Gröfsen in dem Zustand mitteilt, wie sie als neu im Laden verkauft werden. Der sehr erhebliche Einflufs der Appretur und des Eingehens beim Waschen tritt hier aufserordentlich stark hervor. Ich hatte dabei bei der Berechnung für die trockene Appretur ebenfalls ein spezifisches Gewicht von 1,3 angenommen, was der Wahrheit recht nahe kommen dürfte.

Tabelle IV.

Leinen						Baumwolle					
Bezeichnung	Dicke in mm	1 qdm wiegt g	1 ccm lufthalt. Material wiegt g	Porenvolumen in %	Gehalt an Material in %	Bezeichnung	Dicke in mm	1 qdm wiegt g	1 ccm lufthalt. Material wiegt g	Porenvolumen in %	Gehalt an Material in %
Bettuch ungebleicht	0,25	1,822	0,729	44	56						
Bettuch gebleicht	0,22	1,643	0,746	43	57	Bettuch II	0,25	1,656	0,662	49	51
						Bettuch III[1])	0,25	1,446	0,578	55	45
Feiner Hemdenstoff I	0,21	1,545	0,735	44	56	Feiner Hemdenstoff I	0,18	1,284	0,706	45	55
Feiner Hemdenstoff II	0,20	1,392	0,696	46	54	Feiner Hemdenstoff II	0,21	1,195	0,574	55	45
			Mittel	44	56				Mittel	51	49

Es fällt auf, dafs bei der Baumwolle das Porenvolum der appretierten Stoffe 6% niedriger ist als bei der mehrfach ge-

[1]) Diese Zahlen machen bei der Korrektur den Eindruck eines Versehens, da sie nicht dazu passen, dafs der Stoff nach Tab. X 12% Appretur enthielt. Nachprüfung unmöglich.

waschenen, während bei den Leinwandproben kein merklicher Unterschied hervortritt. Es beweist dies, daſs unter den 8 vorliegenden Proben nur die Baumwollproben eine stärkere Appretur erfahren hatten — aus Tabelle X und XI geht allerdings hervor, daſs auch stark appretierte Leinwand in den Handel kommt.[1])

4. Starrheit der appretierten und appreturfreien Stoffe.

Eine physikalische Eigenschaft der Kleidung, die bisher noch nicht näher untersucht zu sein scheint, ist die Starrheit resp. Biegsamkeit der Faser.

Es ist von vornherein zu erwarten, daſs die härtere mit einem kleinen Lumen versehene Leinenfaser starrer sei, als die Baumwollfaser. Um einen Maſsstab für diese Eigenschaft zu gewinnen, die praktisch ganz entschiedene Bedeutung hat, verfuhr ich folgendermaſsen:

Ich legte einen Stoffstreifen von 15 cm Länge und 4 cm Breite, der vorher einige Stunden gut gepreſst worden war, zwischen zwei Glasplatten und lieſs ihn zunächst 1, dann 2, 3, 4 cm u. s. f. bis schlieſslich zu 14 cm herausragen. Durch einfache Messung wurde die Lage des Endes des Streifens gemessen und hierauf auf Millimeter-Papier aufgetragen.

Hier teile ich nur die horizontalen Abstände h und die vertikalen v von den Koordinatenachsen mit. Aus den Tabellen folgt ohne weiteres die erheblich gröſsere Starrheit der Leinwand. Während die Enden der Baumwollstreifen nie weiter als 3 cm von der Vertikalen abstanden, man mochte sie noch so weit herausziehen, zeigten alle Leinenstreifen Abweichung von der Vertikalen von über 3 und bis 5,3 cm. In appretiertem Zustande ist der Unterschied der Starrheit nicht so groſs, immerhin ist auch hier, trotz der schwachen Appretur der Leinenstoffe und der zum Teil sehr starken Appretur der Baumwollstoffe, die Starrheit der Leinenstreifen fast ausnahmslos gröſser.

[1]) Da die Leinwand 6,9 % an Oberfläche beim Kochen verliert, ohne daſs ihr Porenvolumen abnimmt, so beweist dies eine kompensatorische Verdickung des Stoffes.

Tabelle V.

1. Starrheit von appretierten Stoffen.

Länge des herausragenden Streifenteils in cm	1		2		3		4		5		6		7		8	
	Leinen								Baumwolle							
	Bettuch ungebl.		Bettuch gebl.		feiner Hemdenst. I		feiner Hemdenst. II		Betttuch II		Betttuch III		feiner Hemdenst. I		feiner Hemdenst. II	
	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v
1 cm	1,0	0	1,0	0	1,0	0	1,0	0	1,0	0	1,0	0	1,0	0	1,0	0
1,5 ›	2,0	0,2	2,0	0,3	2,0	0,2	2,0	0,2	2,0	0,3	2,0	0,3	2,0	0,3	2,0	0,3
2 ›	2,5	0,4	2,5	0,5	2,5	0,3	2,5	0,4	2,5	0,7	2,5	0,5	2,5	0,4	2,5	0,6
3 ›	3,0	0,7	3,0	0,9	2,8	0,5	3,0	0,7	3,0	1,0	3,0	0,9	3,0	0,6	2,9	1,3
4 ›	4,0	1,9	3,5	1,9	3,7	1,5	3,9	1,5	3,4	1,9	3,3	2,4	3,4	2,6	2,8	3,0
5 ›	4,1	3,9	3,6	2,9	4,0	2,7	4,0	2,8	3,5	3,4	2,8	3,9	3,1	3,9	2,6	4,5
6 ›	3,9	4,4	3,3	3,8	3,6	4,7	3,5	4,8	3,0	4,9	2,0	5,4	2,5	5,2	2,0	5,6
7 ›	3,0	6,0	2,9	5,2	3,1	6,0	3,0	5,9	2,5	5,9	1,7	6,5	2,2	6,3	1,6	6,6
8 ›	2,5	7,1	2,4	6,1	2,5	7,3	2,5	7,2	2,2	7,1	1,3	7,3	1,8	7,1	1,2	7,6
9 ›	2,3	8,2	2,1	7,5	2,3	8,0	2,4	8,2	1,7	8,2	1,1	8,2	1,3	8,3	1,0	8,6
10 ›	2,0	9,5	2,0	8,4	2,0	9,0	2,4	9,2	1,1	9,2	0,9	9,2	0,6	9,4	0,8	9,7
14 ›	1,2	13,6	1,7	9,3	1,5	13,1	1,5	13,1	1,0	13,2	0,8	13,7	0,6	13,8	0,4	13,3

Tabelle VI.

2. Starrheit von appreturfreien Stoffen.

Länge des herausragenden Streifenteiles in cm	1		2		3		4		5		6		7		8	
	Leinen								Baumwolle							
	Bettuch ungebl.		Bettuch gebl.		feiner Hemdenst. I		feiner Hemdenst. II		Betttuch II		Betttuch III		feiner Hemdenst. I		feiner Hemdenst. II	
	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v
1 cm	2,0	0,1	2,0	0,3	2,0	0,3	2,0	0,1	2,0	0,3	2,0	0,4	2,0	0,4	2,0	0,3
2 ›	2,5	0,3	2,5	0,5	2,5	0,6	2,5	0,1	2,5	0,6	2,5	0,8	2,5	0,6	2,5	0,5
3 ›	3,0	0,5	2,8	1,0	3,0	0,8	3,0	0,1	2,9	1,1	2,9	1,6	2,8	1,2	2,8	1,0
4 ›	3,7	1,4	3,3	2,1	3,6	1,8	4,0	0,4	3,1	2,5	2,7	3,2	2,9	2,8	3,0	2,7
5 ›	4,4	2,8	3,3	3,5	3,7	3,3	4,7	1,8	3,0	4,1	2,3	4,3	2,8	4,2	2,7	4,2
6 ›	3,9	4,7	3,0	5,0	3,0	5,1	4,8	3,3	2,5	5,4	1,8	5,7	2,1	5,2	2,2	5,4
7 ›	3,4	5,9	2,3	6,3	2,3	6,3	4,9	5,0	2,0	6,7	1,3	7,0	1,6	6,3	1,9	6,5
8 ›	3,1	6,8	1,8	7,3	2,0	7,3	4,7	6,3	1,7	7,7	1,0	7,8	1,3	7,5	1,4	7,5
9 ›	2,6	8,3	1,6	9,4	1,7	8,2	4,2	7,7	1,4	8,7	0,9	8,8	0,9	8,6	1,0	8,5
10 ›	2,2	9,3	1,3	9,8	1,2	9,4	3,0	8,9	1,1	9,7	0,8	7,8	0,7	9,5	0,9	9,6
14 ›	1,5	13,5	1,0	13,7	0,7	13,3	1,8	13,7	0,5	13,7	0,5	13,8	0,5	13,4	0,6	13,6

Die gröfsere Starrheit der Leinwand bedingt der Baumwolle gegenüber eine deutlichere Ausbildung von Falten, wenn man den Stoff zusammenlegt und prefst, doch gleichen sich die Falten beim Streichen annähernd ebenso aus wie bei der Baumwolle. Es sind hierüber einige Versuche angestellt, deren ausführliche Mitteilung aber nicht lohnt.

5. Glätte der appretierten und appreturfreien Stoffe.

Zunächst versuchte ich, einen Mafsstab für die Glätte der Stoffe dadurch zu gewinnen, dafs ich die Zeit bestimmte, die leichtere oder schwerere Kugeln gebrauchen, um über Stoffstreifen von 1 m Länge und bestimmter Neigung (3%) herunterzulaufen. Die Unterschiede waren gering — es liefen die Kugeln nur etwa 5% rascher über die Leinwand als über die Baumwolle, die Gewinnung exakter Zahlen war überhaupt kaum möglich.

Um dennoch die augenscheinlichen Unterschiede der Glätte der Leinen- und Baumwollgewebe durch Zahlen ausdrücken zu können, wurden folgende Versuche angestellt, die ein befriedigendes Resultat gaben:

1 m lange, 12 cm breite Streifen wurden gleichmäfsig straff, horizontal über einer glatten Pappunterlage gespannt. Dann wurde das Gewicht ermittelt, welches nötig war, um einen glattgehobelten Holzklotz aus Buchenholz (Längskante 23 cm, Kanten des quadratischen Querschnittes 7,3 cm, Gewicht 710 g) auf diesen Streifen in der Längsrichtung in Bewegung zu setzen. Die Versuche wurden so ausgeführt, dafs von dem Holzklotz eine Schnur horizontal über Rollen geführt wurde, die an ihren Enden eine Wagschale trug, in welche behutsam so lange Gewichte gelegt wurden, bis sich der Klotz in Bewegung setzte und ohne längeres Anhalten die ganze Fläche durchlief.

Um auch die Zunahme resp. Abnahme der Glätte durch Waschen der betreffenden Stoffe zu ergründen, wurden die Versuche mit appretierten, und 1- 2- und 4 mal gewaschenen und hierauf gebügelten Streifen vorgenommen.

Da es wohl möglich schien, dafs mit schwereren oder leichteren Klötzen andere Resultate erzielt werden könnten, so

wurde endlich in zwei weiteren Versuchsreihen 1. der Buchenklotz noch mit ½ kg-Gewicht beschwert und 2. durch einen viel leichteren Silberpappelklotz (Gewicht 265 g) ersetzt.

Die Resultate sind in Tabelle VII (S. 209) zusammengefafst, wo die Zahlen die Gewichte in g bedeuten, die zur Erzielung von Bewegung nötig waren. Alle Zahlen sind Mittel aus ca 4 Bestimmungen. Die Einzelzahlen stimmten bei einiger Übung recht befriedigend überein.

Vergleichen wir die Mittel der für die appreturfreien Stoffe gewonnenen Zahlen in der Weise, dafs wir die Leinwandzahlen gleich 100 setzen, so gewinnen wir folgende Verhältnisse:

I. Für gröbere Stoffe.

Buchenklotz	Buchenklotz + 0,5 kg	Silberpappelklotz
100 : 130	100 : 128	100 : 126

II. Für feine Stoffe.

Buchenklotz	Buchenklotz + 0,5 kg	Silberpappelklotz
100 : 129	100 : 126	100 : 143.

Als Mittelwert für sämtliche Stoffe und Belastungsarten ergibt sich aus dem vorhergehenden das Verhältnis 100 : 130.

Die appreturfreie Leinwand ist also erheblich glätter als die Baumwolle.

Weiter sieht man beim Vergleich der für appretierte und appreturfreie Stoffe gewonnenen Zahlen (Belastung mit Buchenklotz), dafs durch Entfernen der Appretur die Rauhigkeit der baumwollenen Stoffe bedeutend mehr zunimmt als die der leinenen Stoffe. Es erklärt sich dies ungezwungen daraus, dafs die Leinwand von Haus aus glatt und nur wenig durch Appretur verändert ist; Baumwolle dagegen ist rauh und wird für den Verkauf stärker appretiert.

In einer weiteren Versuchsreihe wurde die eben beschriebene Versuchsanordnung so geändert, dafs auch die Holzklötze mit dem auf die Glätte zu untersuchenden Stoff überzogen wurden, so dafs jetzt Stoff an Stoff gerieben wurde. Die Gewichte, die dazu nötig waren, um jetzt den bespannten Klotz auf dem Stoffstreifen in Bewegung zu setzen, wurden auf dieselbe Weise wie im vorhergehenden Versuche ermittelt.

Tabelle VII. Glättebestimmungen I (Holz auf Stoff). a) Gröbere Stoffe.

		Buchenklotz 710 g				Buchenklotz +0,5 kg 1210 g appreturfrei	Silberpappelkl. appreturfrei
		appretiert	1 mal gewaschen	2 mal gewaschen	appreturfrei		
Leinen.		g	g	g	g	g	g
Bettuch ungebleicht	S. 1	160	150	140	160	230	90
	» 2	180	160	150	170	230	90
Bettuch gebleicht .	» 1	120	90	110	130	210	80
	» 2	120	110	120	140	220	80
Grob. Hemdenstoff	» 1	160	—	—	170	250	80
	» 2	150	—	—	160	240	75
	Mittel	148	127	130	155	230	82

	Buchenklotz 710 g				Buchenklotz +0,5 kg 1210 kg appreturfrei	Silberp.-Kl. 265 g appreturfrei
	appretiert	1 mal gewaschen	2 mal gewaschen	appreturfrei		
Baumwolle.	g	g	g	g	g	g
Bettuch I	210	—	—	240	330	115
	210	—	—	230	360	120
» II	160	190	190	180	270	100
	160	200	200	190	270	105
» III	130	160	180	170	230	100
	130	170	185	180	250	100
Grob. Hemdenst I	200	—	—	210	310	100
	180	—	—	200	300	90
» » II	200	—	—	210	320	100
	190	—	—	205	310	95
Mittel	177	180	188	201	295	103

b) Feine Stoffe.

		appretiert	1 mal gewaschen	2 mal gewaschen	appreturfrei	Buchenklotz +0,5 kg 1210 g appreturfrei	Silberpappelkl. appreturfrei
Feiner Hemdenst. I	S. 1	90	100	100	130	210	70
	» 2	100	120	120	140	220	70
» » II	» 1	150	140	150	150	—	—
	» 2	—	150	170	160	—	—
» » III	» 1	140	—	—	150	235	70
	» 2	130	—	—	150	230	70
	Mittel	122	127	135	147	223	70

	appretiert	1 mal gewaschen	2 mal gewaschen	appreturfrei	Buchenklotz +0,5 kg 1210 kg appreturfrei	Silberp.-Kl. 265 g appreturfrei
Fein. Hemdenst. I	100	160	160	170	250	100
	100	160	160	190	270	110
» » II	220	185	190	195	—	—
	220	190	200	200	—	—
Cambric . . .	160	—	—	190	300	100
	140	—	—	190	300	90
Mittel	157	174	177	189	280	100

Bei diesem Versuch wurden jedoch nur appreturfreie Stoffe untersucht.

Tabelle VIII.
(Glättebestimmungen II: Stoff auf Stoff.)
a) Gröbere Stoffe.

	Buchenklotz m. Leinen überspannt: 710 g	Silberpappelkl. m. Leinen überspannt: 265 g		Buchenklotz m. Baumw. überspannt: 710 g	Silberpappelkl. m. Baumw. überspannt: 265 g
Leinen.	g	g	Baumwolle.	g	g
			Bettuch I	710	330
Bettuch gebleicht . .	370	190	» II	820	390
Grober Hemdenstoff	420	190	Grober Hemdenstoff I	630	270
			» » II	670	270
Mittel	395	190	Mittel	707	315
b) Feine Stoffe.					
Feiner Hemdenstoff I	400	210	Feiner Hemdenstoff I	790	350
» » II	290	120			
			Cambric	620	270
Mittel	345	165	Mittel	705	310

Vergleichen wir hier die Mittel und setzen wieder die Leinwandzahlen = 100, so ergeben sich diese Proportionen:

I. Für gröbere Gewebe.

Buchenklotz	Silberpappelklotz
100 : 179	100 : 166

II. Für feine Stoffe.

Buchenklotz	Silberpappelklotz
100 : 204	100 : 187.

Daraus als Mittel für sämtliche Stoffe und Belastungsarten das Verhältnis: 100 : 184.

Es tritt also, wenn Stoff auf Stoff reibt, die Glätte der Leinwand noch sehr viel stärker hervor, indem die Reibung doppelt bis vierfach im Durchschnitt etwa dreifach stärker vermehrt ist als beim Reiben von Stoff auf glattem Holz.

Die Glättebestimmung Holz auf Stoff wurde auch an je zwei 18 Jahre lang in meinem Hause im Gebrauche gewesenen Betttüchern ausgeführt, und ergab folgende Zahlen:

Tabelle IX.

	Buchenklotz = 710 g	Buchenklotz + 0,5 kg = 1210 g	Silberpappelklotz = 265 g		Buchenklotz = 710 g	Buchenklotz + 0,5 kg = 1210 g	Silberpappelklotz = 265 g
Leinenbettuch	160	270	80	Baumwollbetttuch	250	410	100
	160	275	80		260	420	100

Vergleichen wir diese Zahlen nach demselben Prinzip, so gelangen wir zu folgenden Verhältnissen:

Buchenklotz	Buchenklotz + 0,5 kg	Silberpappel
100 : 159	100 : 152	100 : 125.

Als Mittelwert für beide gebrauchte Stoffe und sämtliche Belastungsarten ergibt sich hier das Verhältnis

Leinen : Baumwolle = 100 : 145,

also war durch den langen Gebrauch der Unterschied von Leinen und Baumwolle mindestens nicht kleiner geworden. Auch für das Gefühl war der Unterschied in der Glätte von Leinwand und Baumwolle ganz ausnehmend deutlich.

V. Bleichung und Appretur.

Die Bleichung von Leinwand und Baumwolle geschieht teils mit dem Garn, teils mit dem fertigen Gewebe. Lösungen von Soda, Chlorkalk und Schwefelsäure wirken nacheinander ein — nähere Erfahrungen über die Wirkung der Bleichmittel auf die physikalischen Eigenschaften der Stoffe konnte ich nicht sammeln. Die theoretische Möglichkeit, dafs unzweckmäfsige Bleichung die Leinwand ähnlich schädige wie unzweckmäfsige Röstung und die oben geprüften Schnellwaschmittel ist im Auge zu behalten.

Näher habe ich mich mit der Appretur beschäftigt, da sie von grofsem Einflufs auf die physikalischen Eigenschaften der Stoffe ist.

Wir haben derartige Mengen von Appretur durch Kochen mit Wasser aus manchen Stoffen entfernt und uns von der Schwierigkeit der vollkommenen Appreturentfernung dermafsen überzeugt, dafs wir alle die Versuche der Literatur für wertlos erklären müssen, welche die Eigenschaften unserer weifsen Baumwolle- und Leinenstoffe erforschen wollten, ohne vorher durch mindestens viermalige, energische und kunstgerechte Behandlung mit Seife und kochendem Wasser die Appreturstoffe annähernd entfernt zu haben.

Aus der Literatur entnehme ich, dafs von den Fabrikanten als Grund für die in weitem Umfang übliche Appretur der weifsen Stoffe nicht nur angegeben wird, dafs sie in appretiertem Zustand schöner aussehen und sich leichter verkaufen, sondern es wird sogar geltend gemacht, der Fabrikant sei gezwungen, durch Appretur (Erschwerung) der Ware sich für den Gewichtsausfall der Faser beim Waschen, Bleichen etc. schadlos zu halten! Als Appreturen und Beschwerungsmittel geben die Bücher: Paraffin, Wachs, Fett, Seife, Glyzerin, Gelatine, Stärke, Dextrin, Glukose, die Sulfate und Chloride des Zinks und Magnesiums, Gips, Alaun, Chinaclay, Schwerspat und anderes an.

Ich habe acht Stoffe nach drei Richtungen auf Appretur resp. Beschwerungsmittel untersucht.

1. Durch geduldiges Auskochen mit Wasser, bis eine nennenswerte Gewichtsabnahme nicht mehr stattfand und das Kochwasser ganz klar blieb. Es waren dazu bei den stärker appretierten Stoffen Kochdauern von 23 Stunden und 22 maliger Wasserwechsel notwendig, obwohl nur Stoffstückchen von 25—30 qcm und jedesmal 200 ccm Wasser verwendet wurden. Die drei ersten Auskochungen, welche durch ihre Trübheit von den späteren erheblich abstachen, wurden auf 100 eingeengt mit 15 ccm 30 proz. Salzsäure versetzt eine Stunde lang gekocht, und dann durch Kochen mit Fehlingscher Lösung auf Traubenzucker untersucht. Es war natürlich nicht zu erwarten, dafs die aus dem Zucker berechnete Stärke vollkommen die Gewichtsabnahme der Stoffproben erkläre.

2. Es wurden je 3 qm der zu untersuchenden Stoffe einem kunstgerechten Waschen unter Verwendung von jedesmal 125 g Seife, 30 g Soda auf 30 l Wasser unterzogen. Gleichzeitig wurde von jeder Stoffsorte zwei je etwa 150 qcm grofse Stücke, deren Gewicht in getrocknetem Zustand vorher bestimmt war, mitgewaschen. Und zwar glaubte ich den Versuch dadurch besonders richtig zu gestalten, dafs ich die Stücke jedesmal nach dem Wiegen, vor der Wäsche zu einem grofsen, quadratförmigen Stoffstück zusammennähen liefs. Ich wollte dadurch erreichen, dafs nicht die einzelnen Stücke in der Wäsche anders behandelt würden (etwa stärker geknetet) als die grofse ganze Probe. Nach der Wäsche wurden die Nähte getrennt, die einzelnen Stücke getrocknet und gewogen. Die Resultate dieser Versuche sind leider durch die Abnützung und Ausfransung beim Waschen zu grofs, nach dem fünften Waschen war ein genaues Wiegen augenscheinlich unmöglich.

3. Es wurden quantitative Aschenbestimmungen von den einzelnen Proben angefertigt und die Asche qualitativ nach den Methoden der anorganischen Analyse auf Kieselsäure, Schwermetalle, Tonerde, Kalk und Magnesia untersucht. Eine quantitative Bestimmung der einzelnen Stoffe erschien nicht notwendig.

Ich lasse nun die Ergebnisse dieser drei Versuchsreihen in tabellarischer Zusammenstellung (Tab. X, S. 214) folgen.

Aus den mitgeteilten Versuchen folgt, dafs insbesondere bei der Baumwolle zuweilen kolossale Appreturmengen (bis 13 %) Verwendung finden, um dem Produkt Glätte, Glanz und den Anschein eines dichten und kräftigen Stoffes zu geben. Aber auch in der Leinwand konnten wir in einigen Proben nicht unerhebliche Appreturmengen konstatieren (2,8—3 %), wenn sie auch weit hinter denen zurückblieben, die wir bei den Baumwollsorten beobachteten. Zu weitergehenden Schlüssen über die Ausdehnung in der eine Appretierung bei weifsen Geweben in der Regel Verwendung findet, reicht mein Zahlenmaterial noch nicht aus, doch scheint sie bei Baumwolle verbreiteter und in weit höherem Mafsstabe üblich zu sein als bei Leinwand. Immer unappretiert soll das westfälische Hausmacherleinen sein.

Tabelle X. Abnahme beim Waschen und Kochen pro 100 g.

Name	Reguläre Wäsche									Auskochen gewaschener Stoffe						Auskochen ungewaschener Stoffe					
	1 mal gewaschen (mit gewöhnlichem Wasser)		2 mal gewaschen (mit gewöhnlichem Wasser)		3 mal gewaschen (mit gewöhnlichem Wasser)		4 mal gewaschen (mit destilliertem Wasser)		5 mal gewaschen (mit destilliertem Wasser)	2 mal gewaschene Stoffe 5 Std. gekocht		4 mal gewaschen 5 Std. gekocht		5 mal gewaschen 5 Std. ausgekocht		Nach 3 Std. Auskochen		Nach 16 Std. Auskochen		Nach 24 Std. Auskochen	
		Mittel		Mittel		Mittel		Mittel					Mittel		Mittel		Mittel		Mittel		Mittel
L. Bettuch ungebleicht	0,19 0,89	0,5	2,28 3,85	3,6	3,05 4,82	3,9	4,64 6,16	5,4	Die Stoffe so ausgefranst, dafs man sie nicht mehr genau wiegen konnte	—	—	—	—	—	—	1,04 1,18	1,1	2,03 1,78	1,9	2,03 1,94	2,0
L. Bettuch gebleicht	1,35 1,31	1,3	2,35 2,32	2,3	3,06 2,52	2,8	3,61 3,18	3,4		—	—	—	—	—	—	2,54 1,98	2,2	3,28 2,65	2,9	3,30 2,73	3,0
L. grober Hemdenstoff	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,2 1,2	1,2
L. feiner Hemdenstoff I	1,64 1,40	1,5	2,52 2,46	2,4	2,98 3,07	3,0	4,20 3,74	4,0		—	—	1,13 1,13	1,1	1,25 1,14	1,20	—	—	3,54 2,57	3,0	3,58 2,68	3,1
L. feiner Hemdenstoff II	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	2,58 2,95	2,8	—	—
L. feiner Hemdenstoff III	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,1 1,5	1,2
B. Bettuch I	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,9 3,3	3,1
B. Bettuch II	5,66 6,34	6,0	7,17 8,20	7,7	7,46 9,34	8,4	9,05 9,53	9,3		3,45 2,90	3,1	1,43 1,66	1,5	1,20 1,33	1,27	7,75 7,16	7,4	8,94 8,21	8,5	8,96 8,28	8,6
B. Bettuch III	10,91 8,56	9,7	13,24 11,23	12,2	13,35 11,66	12,5	14,19 12,75	13,5		4,01 4,13	4,0	1,99 2,00	2,0	1,48 1,29	1,39	—	—	12,94 12,68	12,8	12,98 12,80	12,9
B. grober Hemdenstoff I	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,4 4,3	4,4
B. grober Hemdenstoff II	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,3 6,9	6,6
B. feiner Hemdenstoff I	5,18 5,07	5,1	9,28 8,77	9,0	9,91 9,60	9,7	10,66 10,66	10,7		—	—	—	—	—	—	—	—	9,46 8,40	8,9	9,50 8,89	9,1
B. feiner Hemdenstoff II	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	0,89 0,93	0,9	—	—
B. Cambric	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,9 4,0	4,5

Tabelle XI.

	% der wasserlöslichen und wasserunlöslichen Abgänge beim Kochen der neuen Stoffe. (Die 3 ersten Kochwässer wurden vereinigt und untersucht.)					% der wasserlöslichen und wasserunlöslichen Abgänge aus regulär gewaschenen Stoffen bei 5 stündigem Auskochen mit Wasser								
	3 mal 1 Std. ausgekocht, zusammen 3 Std.					nach 2 maligem Waschen					nach 4 mal. Waschen			
	unlöslich					unlöslich					unlösl.			
	an-organ.	organ.	löslich	total	Stärke im löslichen Teil	an-organ.	organ.	löslich	total	Stärke im löslichen Teil	an-organ.	organ.	löslich	Stärke im löslichen Teil
L. Bettuch ungebleicht	0,023	0,017	1,06	1,1	0,74	—	—	—	—	—	—	—	—	—
L. Bettuch gebleicht	0,36	0,13	1,71	2,2	1,11	—	—	—	—	—	—	—	—	—
L. feiner Hemdenst. I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Keine Bestimmung gemacht			0,2
B. Bettuch II	1,61	0,62	5,17	7,40	—	0,50	0,33	2,27	3,1	0,61	do.			0,23
B. Bettuch III	—	—	—	—	—	0,67	0,50	2,83	4,0	1,43	do.			0,73

Als Appretur haben wir in erster Linie Stärke gefunden. Die quantitativen Angaben über Stärke sind wohl zu niedrig, es fiel leider zu spät auf, dafs die Menge der gefundenen Stärke erheblich hinter der Menge der organischen löslichen Stoffe zurück bleibt. Durch die Jodreaktion war in allen Proben im Waschwasser nach der dritten einstündigen Auskochung mit destilliertem Wasser noch Stärke nachweisbar. Nach 16stündiger Auskochung mit 16 mal gewechseltem Wasser fehlte die Jodreaktion. In dem mineralischen Beschwerungsmittel ergab die qualitative Analyse Kieselsäure und Magnesia in reichlicher Menge, Aluminium in bescheidener, Kalk in sehr kleiner Menge. Da die reine Asche von Leinwand nicht wohl über 0,3% beträgt, und bei der Baumwolle nicht höher ist als 0,1%, so dürfte ein Aschegehalt von über 0,3—0,5%[1]) als ein Zeichen einer Erschwerung der Stoffe mit Mineralstoffen aufgefafst werden.

Ein einmaliges kunstgerechtes Waschen nach Hausfrauenart genügt nur etwa zur Entfernung der Hälfte der Appreturstoffe; erst nach der dritten Wäsche ist die Appretur annähernd

1) Ich setze die Zahl so hoch an, weil ich für möglich halte, dafs bei der Bleichung und dem Waschen mit hartem Wasser eine gewisse Aufnahme gelöster Salze stattfindet.

vollständig entfernt. Erst jetzt sind die Stoffe in einem Zustand, der ihrer wirklichen dauernden Beschaffenheit entspricht. Erst jetzt lohnt es, Versuche über ihre Festigkeit, ihre Glätte, ihre Luftdurchlässigkeit, ihre Wasseraufnahme, ihr hygroskopisches Verhalten usw. anzustellen.

Die Gewichtsabnahme nach 3maligem kunstgerechtem Waschen entspricht etwa der nach 16stündigem Kochen, aber selbst nach 4 und 5maligem Waschen gab eine 5stündige Wasserauskochung immer nochmals einen Verlust von 1—1,5%. Diese nochmalige Abnahme könnte zum Teil auf Seifenreste zu beziehen sein. Dafs die Abnahme durch 4maliges Waschen allein etwas gröfser ist als durch 16—23stündiges Kochen allein, erklärt sich ungezwungen durch eine gewisse Abnutzung namentlich der Randfasern beim Waschprozefs.

Ich habe im folgenden die 16stündige bis 24stündige Auskochung in stündlich gewechseltem Wasser als Methode der Appreturbestimmung benutzt. Ich bin mir dabei aber vollständig klar, dadurch etwas zu hohe Werte zu erhalten, da namentlich die Flachfaser an Wasser auch etwas eigene Stoffe abgibt[1]).

Um zu sehen, in welchem Umfang es gelinge, durch das Auskochen Aschenbestandteile zu entfernen, wurden neue Aschenbestimmungen eingeführt.

Tabelle XII.
Aschenbestimmung in den als appreturfrei angenommenen 25 Stunden gekochten Stoffen.

Leinen	Asche %	Baumwolle	Asche %
Bettuch ungebleicht	0,40	Bettuch I	0,63
Bettuch gebleicht	0,39	Bettuch II	1,28
Grober Hemdenstoff	0,18	Grober Hemdenstoff I	0,51
		Grober Hemdenstoff II	0,60
Feiner Hemdenstoff I	0,50	Feiner Hemdenstoff I	0,88
Feiner Hemdenstoff III	0,19		
		Cambric	0,57
		entfettete Watte	0,08

1) Die Abnahme des ungebleichten L. Bettuchs durch Kochen mit Seife ist ganz sicher auch zum Teil auf Fett und andere Nichtappreturstoffe zu beziehen.

Besondere Aschebestimmung der appretierten Stoffe ergaben folgendes:

Tabelle XIII.
Aschengehalt und Appreturgehalt der appretierten Stoffe.

Leinen	Abnahme in % durch Auskochen = Appreturgehalt	Asche des appretierten Stoffes in %	Baumwolle	Abnahme in % durch Auskochen = Appreturgehalt	Asche des appretierten Stoffes %
Bettuch ungebleicht	2,0	0,36	Bettuch I	3,1	1,21
Bettuch gebleicht	3,0	0,89	Bettuch II	8,6	3,95
			Bettuch III	12,9	4,09
Grober Hemdenstoff	1,2	0,27	Grober Hemdenstoff I	4,4	1,72
			Grober Hemdenstoff II	6,6	2,32
Feiner Hemdenstoff I	3,1	1,09	Feiner Hemdenstoff I	9,1	2,74
Feiner Hemdenstoff II	2,8	0,26	Feiner Hemdenstoff II	0,9	0,13
Feiner Hemdenstoff III	1,2	0,25	Cambric	4,5	1,09

Es zeigen diese Zahlen, dafs die Leinenproben nur in 2 Fällen eine unzweifelhafte mineralische Appretur erfahren hatten, während 7 Baumwollstoffe auch in ihrem Aschengehalt durch Appretierung stark beeinflufst waren.

Aus denselben folgt auch, dafs sich der Aschengehalt der Leinwand annähernd auf den Normalgehalt von etwa 0,3 herabdrücken läfst. Auch bei der Baumwolle ist es in der Regel gelungen, den Aschegehalt bis auf 0,6 zu reduzieren, die Proben B. Bettuch II mit 1,28 und Feiner Hemdenstoff I mit 0,83 zeigen aber, dafs auch unsere mit aller Energie ausgeführte Auskochung noch gelegentlich gewisse Aschemengen zurückliefs — was auf manches Resultat nicht ganz ohne Einflufs geblieben sein mag. Ich habe zu den Versuchen über Luftdurchlässigkeit, Bakterienhaftung und Aufnahme des hygroskopischen Wassers und der Gase 25 Stunden ausgekochtes Material verwendet, für die Abnutzungs- und Glätteversuche ist teils 5 mal gewaschenes, teils

25 Stunden gekochtes Material gebraucht worden, es schien für diesen Zweck darauf wenig anzukommen.

Hier mag nochmals bemerkt sein, dafs durch die vollständige Entfernung der Appretur der Unterschied zwischen Leinen- und Baumwollgeweben aufserordentlich viel stärker hervortritt als im appretierten Zustand. Jetzt erst sieht man deutlich, dafs die Leinenfaser wesentlich glätter ist als die Baumwollfaser, da die letztere reichlich feine Härchen an ihrer Oberfläche zeigt, die bei der Leinenfaser so gut wie vollständig fehlen.

Anhangsweise teile ich hier eine Tabelle mit über die Veränderung der Oberflächengröfse der Stoffproben beim Kochen — über das Eingehen.

Von jedem Stoffe wurden 2 regelmäfsige Quadrate (100 qcm) geschnitten und mit destill. Wasser gekocht. Nach dem Trocknen bei 100° C in ungespanntem Zustande und Bügeln, wurden die Flächenabnahmen ermittelt. Die mitgeteilten Zahlen sind Mittel von je 2 ermittelten Zahlen.

Tabelle XIV.
Eingehen der Stoffe beim Kochen.

Leinen	Dauer der Auskochung	Flächenabnahme in %	Baumwolle	Dauer der Auskochung	Flächenabnahme in %
Bettuch ungebleicht	40 Std.	9,0	Bettuch I	40 Std.	0,5
Bettuch gebleicht	40 »	4,8	Bettuch II	40 »	4,7
			Bettuch III	40 »	5,0
Grober Hemdenstoff	40 »	6,0	Grober Hemdenstoff I	40 »	2,0
			Grober Hemdenstoff II	40 »	4,0
Feiner Hemdenstoff I	40 »	5,4	Feiner Hemdenstoff I	40 »	1,9
Feiner Hemdenstoff II	15 »	8,4	Feiner Hemdenstoff II	15 »	3,9
Feiner Hemdenstoff III	40 »	7,5	Cambric	40 »	1,0
Mittel		6,9			2,9

Wird das Eingehen des Leinens = 100 gesetzt, so ergibt sich bei dem untersuchten Stoffe das Verhältnis des Eingehens bei Leinen und Baumwolle wie 100 : 43.

VI. Das Verhalten zum gasförmigen und tropfbar flüssigen Wasser.

Die Angaben der Literatur, die sich zum Teil in Einzelheiten widersprechen, scheinen zu beweisen, dafs keine wesentlichen Unterschiede in der Aufnahme von hygroskopischem Wasser zwischen Leinwand und Baumwolle vorhanden sind. In Zimmerluft von der üblichen Feuchtigkeit werden etwa 5% aufgenommen.

Die Angaben von Klas Linroth über die maximalen Wassermengen, die aus der Luft aufgenommen werden können, sind, wie ich kürzlich ausführlich gezeigt habe (Arch. f. Hygiene Bd. LIX) sehr erheblich zu niedrig. Ich verweise hier auf die dort gemachten Angaben, nach denen — bei strenger Vermeidung von Kondensation — binnen etwa 96 h sowohl bei 6° als bei 20° ungefähr die gleichen Wassermengen absorbiert werden.

Von Leinwand etwa 24,4—25,0%

Von Baumwolle etwa 22,9—23,0%.

Also wird von der Leinwand eine etwas gröfsere Menge von Wasserdampf aufgenommen, was praktisch vollkommen belanglos ist.

Über das Verhalten zum flüssigen Wasser sind in der Literatur relativ wenige Untersuchungen niedergelegt. Eine Anzahl Untersuchungen von Pettenkofer, Linroth, Bubnow und Rouget de Lisle haben zu dem Resultat geführt, dafs die nach gründlichem Ausdrücken in Leinwand und Baumwolle zurückbleibende Wassermenge keine erheblichen Unterschiede aufweist. Linroth fand für Baumwolle und Leinwand die gleichen Werte, Bubnow für Baumwolle etwas niedrigere Werte, wogegen Rouget de Lisle für Baumwolle etwa 25—50% höhere Werte erhielt als für Leinwand.

Einige eigene Versuche gaben folgende Zahlen für die minimalste »Wasserkapazität«, wie Rubner die Menge genannt hat, die nach dem Ausdrücken zurückbleibt.

Tabelle XV.

Leinen	Wassermenge in %, bezogen auf trockene Stoffe, die zurückblieb nach dem Aussieden			Baumwolle	Wassermenge in % die zurückblieb nach dem Aussieden		
	mit einer Ringmaschine		mit der Hand		mit einer Ringmaschine		mit der Hand
	%	%	%		%	%	%
Bettuch ungebleicht	67	67	63	Bettuch I	93	99	91
Bettuch gebleicht	72	74	75	Bettuch II	91	99	89
				Grober Hemdenstoff II	95	97	90
				Grober Hemdenstoff I	92	110	100
Feiner Hemdenstoff I	69	71	71	Feiner Hemdenstoff I	88	90	82
Feiner Hemdenstoff III	65	65	65				
				Cambric	92	92	85
Mittel	68	69	68	Mittel	92	89	90

Die Mittel stimmen so auffallend gut, dafs wohl kein Zweifel mehr sein kann, dafs Leinwand nach dem Ausdrücken nur ca. 76 % der Wassermenge der Baumwolle enthält.

Eingehende Versuche habe ich über die Kapillarität oder das kapillare Aufsaugevermögen der Stoffe angestellt, worüber in der Literatur bisher nur eine Angabe von Mense vorliegt, welcher Stoffstreifen, durch Glasstäbe beschwert, in Wasser einhängte und das Aufsteigen des Wassers beobachtete. Wie ich soeben in einer besonderen Arbeit zeigte (A. f. H. LIX.), ist die Mensesche Methode zur Gewinnung absoluter Zahlen unbrauchbar, weil die Verdunstung des aufgestiegenen Wassers die Resultate in gewaltiger Weise beeinflufst.

Ich habe deshalb meine Versuche so ausgeführt, dafs die Streifen in einem mit Wasserdampf gesättigten Raum aufgestellt

wurden und die Steighöhe, die unter diesen Umständen bis 2 m und bei genügend langem Zuwarten wohl noch mehr beträgt, tage- und wochenlang abgelesen wurde. Das Resultat dieser zeitraubenden und umständlichen Versuche kann an dieser Stelle nur gestreift werden. Die Steighöhe ist nicht von der Verwendung leinener oder baumwollener Fasern zur Herstellung des Gewebes abhängig, sondern in erster Linie — Appreturfreiheit vorausgesetzt — von der Dichtigkeit der Fäden, aus denen das Gewebe hergestellt ist. Da im allgemeinen Leinengewebe aus dichteren Fäden bestehen, so ist bei glatten Leinenstoffen häufig ein etwas schlechteres Aufsaugevermögen vorhanden als wie bei analogen Baumwollstoffen. Der schlechtestsaugende, dichteste Leinenstoff, und der bestsaugende aus sehr lockeren Fäden hergestellte Baumwollstoff unterschieden sich fast um das Dreifache in ihrem Wasseraufsaugevermögen.

Es schien von Interesse, auch einige Versuche darüber anzustellen, wie rasch das zwischengelagerte Wasser von Leinen- und Baumwollstücken bei gleichmäfsiger Exponierung verdunstet. Es sind darüber in der Literatur nur sehr wenige Angaben vorhanden. Pettenkofer und Linroth haben einige vergleichende Versuche zwischen Wolle einerseits, Leinwand und Baumwolle anderseits gemacht. Auch bei Mense findet sich eine Angabe der Resultate eines Experiments. Systematische Versuche, die Verdunstung des Wassers von Leinen- und Baumwollproben an einer gröfseren Anzahl von Stoffen zu vergleichen, sind mir aber nicht bekannt geworden.

Es wurden zu diesen Versuchen 4 Leinen- und 4 Baumwollstoffe sehr verschiedener Beschaffenheit ausgewählt. Die Stoffe wurden auf das sorgfältigste von Appretur befreit, vor dem Versuch nochmals 1 h in Wasser gekocht, um sie gründlich zu benetzen, dann herausgenommen, an einem Zipfel aufgehängt, solange ablaufen lassen bis binnen 1 Minute kein Tropfen mehr abflofs, dann aber nicht gleich zum Versuch verwendet, sondern in ganz unregelmäfsiger Reihenfolge aufeinandergelegt, das Paket wurde mit der flachen Hand ein wenig beklopft, die Stoffe noch zweimal in anderer Reihenfolge aufeinander gelegt, die Manipu-

lation des Beklopfens wiederholt und dann die Stoffe aufgehängt an Drahthäkchen in einem sonnenlosen, grofsen ungeheizten und unbenutzten Zimmer von etwa 12° C. Der Wassergehalt zu Versuchsbeginn war bei den Leinenstoffen wieder ca. 25 % niedriger als bei den Baumwollstoffen (vgl. p. 220), obwohl diesmal wieder eine andere Methode für die Herstellung des Wassergehaltes Verwendung fand (Tab. XVI). Nun begann das Trocknen. Die Stoffe hingen in ganz unregelmäfsiger Reihenfolge, etwa jede Probe ½ m von der andern entfernt, 2 m über dem Boden und wurden alle halbe Stunde unter Verwendung von Wägegläsern gewogen. Die in der Tabelle niedergelegten Zahlen scheinen mir ein sehr einfaches Resultat zu ergeben, das sich so aussprechen läfst: Die absolute Menge des von den Stoffstückchen abgegebenen Wassers ist in der ersten halben Stunde gleich grofs. Auch nach ¾ Stunden trat kein wesentlicher Unterschied hervor. Nach 1 h ist der Unterschied noch immer sehr gering. Nach 5/4 h bleiben die Stoffe, die absolut wenig Wasser aufgenommen hatten, in der absoluten Wasserabgabe zurück. Nach 1½ h ist dieser Unterschied sehr bedeutend, weil eben die Stoffe mit geringem Wassergehalt, d. h. die dünnen, feinen Stoffe jetzt nur noch über geringen Wasservorrat verfügen resp. ihr Wasser schon bis auf etwa 90—93 % abgegeben haben, währenddem die dickeren Stoffe noch erhebliche Wassermengen besitzen und dieselben nun abgeben.

Drückt man die Wasserabgabe prozentual aus, so kommt man natürlich zu einem ganz anderen Resultat. Dann lautet die Tabelle:

Ein Stoff verliert prozentual um so mehr Wasser, je weniger er davon enthält, so ein dünner Stoff in ½ h schon 30 %, während dicke Kontrollstoffe nur 14—18 % abgeben. Ein Unterschied zwischen Baumwollen- und Leinenstoffen, die von Anfang an gleichen Wassergehalt hatten, ist aus der Tabelle nicht zu entnehmen.

Da aber ausgedrückte Baumwollstoffe, wie wir sahen, eine wesentlich gröfsere (bis 25 % höhere) Wassermenge enthalten, als die ähnlichen Leinenstoffe, was von ihrem gröfseren Porenvolum und dem Haarbesatz ihrer Oberfläche herkommt, so trocknen von

Tabelle XVI.

Bezeichnung		L. Bettuch gebl.		L. grobes Hemd		L. feines Hemd		L. feines Hemd III		B. Bettuch I		B. Bettuch II		B. feines Hemd I		B. Cambric	
Gewicht des Stoffes		a 2.99 g Stoff	b 2,99 g Stoff	a 3,09 g Stoff	b 3,00 g Stoff	a 2,69 g Stoff	b 2,73 g Stoff	a 2,41 g Stoff	b 2,40 g Stoff	a 3,29 g Stoff	b 3,29 g Stoff	a 2,76 g Stoff	b 2,76 g Stoff	a 2,03 g Stoff	b 2,03 g Stoff	a 1,39 g Stoff	b 1,39 g Stoff
Gewicht des vor d. Trock. enthaltenen Wassers		2,92 g Wasser	3,03 g Wasser	3,28 g Wasser	2,94 g Wasser	2,73 g Wasser	2,54 g Wasser	2,11 g Wasser	147 g Wasser	4,17 g Wasser	4,81 g Wasser	4,10 g Wasser	4,13 g Wasser	3,07 g Wasser	2,99 g Wasser	1,76 g Wasser	1.79 g Wasser
Verdunstete Wasserm. in g und % in $^1/_2$ Std.	g	0,58	0,52	0,60	0,56	0,51	0,53	0,56	0,47	0,57	0,53	0,52	0,58	0,56	0,58	0,56	0,49
	%	20	17	18	19	18	20	27	32	14	12	13	14	18	19	32	27
in $^3/_4$ Std.	g	1,07	0,95	1,06	1,04	0,91	0,94	0,99	0,83	1,02	0,92	0,92	1,00	1,00	1,03	1,05	0,91
	%	37	31	32	35	33	37	47	56	24	21	22	24	32	34	60	49
in 1 Std.	g	1,46	1,41	1,48	1,43	1,30	1,32	1,37	1,17	1,41	1,37	1,37	1,47	1,44	1,45	1,38	1,32
	%	50	46	45	49	48	52	65	80	34	32	33	36	46	48	78	73
in 1 $^1/_4$ Std.	g	1,94	1,83	1,94	1,93	1,72	1,73	1,73	1,30	1,90	1,79	1,82	1,95	1,89	1,88	1,63	1,62
	%	66	60	59	66	63	68	82	88	45	42	44	47	60	63	93	90
in 1 $^1/_2$ Std.	g	2,29	2,22	2,33	2,28	2,01	1,98	1,84	1,33	2,27	2,20	2,21	2,35	2,28	2,23	1,66	1,68
	%	78	70	71	78	73	78	87	90	54	51	54	57	73	74	94	93
in 1 $^3/_4$ Std.	g	2,53	2,50	2,66	2,55	2,21	2,13	1,87	1,35	2,64	2,57	2,61	2,73	2,56	2,50	θ	1,69
	%	86	82	81	87	81	83	89	92	63	60	64	66	82	83		94
in 2 Std.	g	2,65	2,68	2,86	2,69	2,29	2,18	1,88	θ	2,99	2,94	2,96	3,09	2,73	2,64	θ	θ
	%	90	88	87	91	83	86	89		71	68	72	75	88	88		
in 2 $^1/_4$ Std.	g	2,69	2,73	2,97	2,75	2,31	2,20	θ	θ	3,45	3,34	3,32	3,47	2,76	2,66	θ	θ
	%	92	90	90	93	84	86			82	78	81	84	89	89		
in 2 $^1/_2$ Std.	g	2.71	2,78	3,00	2,76	2,32	2,21	θ	θ	3,60	3,67	3,59	3,70	2,78	2,67	θ	θ
	%	93	91	91	93	85	87			86	85	88	90	90	89		
in 2 $^3/_4$ Std.	g	2,72	θ	3,01	θ	θ	θ	θ	θ	3,69	3,82	3,69	3,81	θ	θ	θ	θ
	%	93		91						88	88	90	92				

gleich dicken Stoffen Baumwollstoffe langsamer als Leinenstoffe. Die ganzen beobachteten Tatsachen sind vollkommen verständlich bei der Beachtung der physikalischen Strukturdifferenzen von Baumwolle und Leinwand.

Da mir Hausfrauen versicherten, das gefundene Resultat könne nicht richtig sein, denn erfahrungsgemäfs trockne Leinwand langsamer, so wurde nochmals eine Versuchsreihe ausgeführt, die den Verhältnissen der Praxis mehr entsprach. Die in Tab. XV zur Bestimmung des Wassergehaltes nach dem Auswinden verwandten grofsen Stoffstücke (59—232 qdm) wurden wieder in einem unbenutzten Zimmer aufgehängt und nach $^3/_4$ h gewogen — als man sie nach $1\,^1/_2$ h wieder wiegen wollte, war die Mehrzahl getrocknet und das Wiegen unterblieb.

Tabelle XVII.

Leinen	Nach dem Auswinden zurückgebliebene Wassermenge berechnet f. 100 qdm	x g Wasser verdunstet in $^3/_4$ Std. berechnet f. 100 qdm	Verdunstetes Wasser in % ausgedrückt	Baumwolle	Nach dem Auswinden zurückgebliebene Wassermenge berechnet f. 100 qdm	x g Wasser verdunstet in $^3/_4$ St. berechnet für 100 qdm	Verdunstetes Wasser in % ausgedrückt
	g	g	%		g	g	%
Bettuch ungebleicht	143	51	36	Bettuch I	184	49	26
Bettuch gebleicht	127	35	28	Bettuch II	150	44	29
				Grober Hemdenst. I	114	44	39
				Grober Hemdenst. II	117	45	38
Feiner Hemdenst. I	106	38	35	Feiner Hemdenst. I	105	31	29
Feiner Hemdenst. III	91	42	46				
				Cambric	81	47	58
Mittel		42		Mittel		43	

Auch aus den Resultaten dieser Tabelle geht hervor, dafs die in $^3/_4$ Stunden durch Verdunsten von gleichen Flächen abgegebene Wassermenge bei Leinen- und Baumwollstoffen absolut die gleiche ist.

Wir wollen nun die beim Ausdrücken zurückbleibenden Wassermengen mit dem Porenvolum in Beziehung bringen, wie dies schon früher Rubner für verschiedene Stoffe getan hat, ohne speziell für glatte Baumwoll- und Leinenstoffe vergleichbare Werte zu bringen.

Tabelle XVIII.

Leinen	Angewandte Stoffmenge in ccm	Porengehalt in ccm	Wassergehalt in ccm	Poren sind gefüllt zu x %	Baumwolle	Angewandte Stoffmenge in ccm	Porengehalt in ccm	Wassergehalt in ccm	Poren sind gefüllt zu x %
Bettuch ungebleicht	202	99	92	93	Bettuch I	719	367	455	124
Bettuch gegebleicht	378	144	222	154	Bettuch II	168	71	113	160
					Grober Hemdenst. I	222	129	238	92
					Grober Hemdenst. II	204	114	118	114
Feiner Hemdenst. I	433	192	225	117	Feiner Hemdenst. I	391	192	130	124
Feiner Hemdenst. III	133	76	64	84					
					Cambric	83	46	44	96
Mittel				112	Mittel				118

Im Mittel sind nach der Tabelle die Poren der sämtlichen Stoffe vollständig mit Wasser gefüllt. Dafs so gewaltige Differenzen zwischen den einzelnen Stoffen erscheinen, darf bei der Roheit der angewandten Methode nicht überraschen. Dafs einzelne Stoffe mehr Wasser enthielten, als zum Füllen ihrer Poren genügen würde, erklärt sich ungezwungen dadurch, dafs aufser in den Poren auch an der Oberfläche Wasser haften blieb.

VI. Adhäsionsversuche.

Durch die Benetzung mit Wasser erhalten glattgewebte Stoffe die Eigenschaft des Anklebens an der Haut. An klebenden Stellen hat man das Gefühl störender Kälte, da die zwischen der Haut und dem Kleidungsstoff befindliche Luftschicht verdrängt wird. Rubner hat versucht, einen numerischen Ausdruck für das Fest-

kleben nasser Stoffe zu erhalten, indem er an einer Wage die eine Wagschale durch eine Glasplatte ersetzte und die bald stark mit Wasser benetzten, bald stark ausgedrückten Stoffe, gleichfalls auf einer Glasfläche aufgelegt, darunter schob. Sodann wurde die Glasplatte der Wage sachte aufgedrückt, und solange Gewichte auf die freie Schale gelegt, bis innerhalb einer gleichen Zeit das Abreifsen der Glasplatte von der Unterlage erreicht war. Die ermittelten Gewichte waren in Gramm:

	Viel Wasser g Zugkraft	Ausgeprefst g Zugkraft
Dünnes Leinen	400,0	80,0
Shirting (Baumwolle) . .	350,0	12,5

Diese für die feuchte Leinwand so auffallend abweichenden Resultate haben zu eigenen Versuchen Anlafs gegeben, deren Anordnung dieselbe war, wie sie Rubner in seiner Arbeit beschreibt. Es wurden die Stoffe »nafs« und »ausgeprefst« verwendet, das Anprefsen der Glasplatte vor dem Abreifsen geschah mit 1 kg. Trotz gleichmäfsigen Arbeitens stellte sich eine grofse Variabilität der zum Abreifsen der Glasplatte nötigen Gewichte heraus. Beim Zusammenstellen der folgenden Tabelle wurde deswegen so verfahren, dafs aus einer grofsen Reihe von Einzelnbestimmungen immer die höchste Zahl, als die der Wahrheit wohl am nächsten liegende, verwertet wurde. Die folgende Tabelle enthält unsere Resultate:

Tabelle XIX.

Leinen			Baumwolle		
Name	Maxim. Wassermenge g Zugkraft	Ausgeprefst g Zugkraft	Name	Maxim. Wassermenge g Zugkraft	Ausgeprefst g Zugkraft
Bettuch gebleicht	600	50	Bettuch II	620	50
	620	50		650	50
			Bettuch III	540	40
				540	40
Feiner Hemdenstoff I	520	70	Feiner Hemdenstoff I	600	20
	520	60		550	25

Aus den Versuchen folgt kein nennenswerter Unterschied in der Adhäsion der nassen Leinwand und Baumwolle, in halbfeuchtem Zustand scheint die glatte Leinwand in der Tat zuweilen etwas fester zu haften. Schlüsse möchte ich aus diesen Unterschieden von wenigen Gramm nicht ziehen.

VII. Abnutzbarkeit.

Eine wichtige Frage ist die nach der Abnutzbarkeit der Stoffe im Gebrauch. Es wird hier nicht nur die Zerreifsfestigkeit in Frage kommen, sondern auch die Sprödigkeit, die Glätte, die Torsions- und Bruchfestigkeit. Im »Leinenschrein« hat Stumpf die Annahme gemacht, die Haltbarkeit der beiden Stoffe verhielte sich wie 3 : 2, was aber nicht durch exakte Versuche gestützt ist. Ich habe versucht, da in der übrigen mir zugänglichen Literatur Angaben über diese Frage fehlen, durch eigene Forschungen Anhaltspunkte zu schaffen. Die ersten Versuche wurden so ausgeführt, dafs ich Stückchen möglichst ähnlicher Leinen- und Baumwollgewebe, nachdem sie in getrocknetem Zustand genau gewogen waren, in Quadraten von 5 cm Seitenlänge zu mehreren in einen festen Glasbehälter brachte und zu ihnen einige Marmorkugeln gab. Es wurde nun der Glasbehälter in Rotation versetzt, so dafs die Marmorkugeln fortwährend über die Stoffstückchen hinglitten. Nach einer gewissen Zeit (7 h) wurde der Versuch unterbrochen, die Stoffstücke mit Wasser ausgewaschen, getrocknet, gewogen und bei kleiner Flamme verbrannt. Die Asche (eingedrungenes Marmor- und Glaspulver) weniger dem im Abschnitt III ermittelten Aschengehalt der betreffenden Stoffe wurde von dem Gewichte der Stoffproben nach dem Reiben abgezogen, und diese Zahl von dem ursprünglichen Gewichte der Proben subtrahiert, gab den durch das Reiben entstandenen Gewichtsverlust.

Die Resultate dieser Versuche waren zugunsten der Leinwand, der Unterschied der Abnutzung aber ein ziemlich ungleichmäfsiger, so dafs ich auf ihre Wiedergabe verzichte. Ähnlich unregelmäfsige Resultate wurden auch erhalten, als nasse Stoffe der gleichen Prozedur unterworfen wurden.

Nach mannigfachem Probieren blieb ich schliefslich bei folgender Methode: Es wurden Zementkugeln von 3,5 cm Durchmesser glatt mit den Stoffen überzogen, so dafs nur an einem Punkte ein kleiner Zwickel abstand. Der Stoff war mit den Kugeln trocken gewogen, das Gewicht der Kugeln vorher getrennt bestimmt. In die Kugelmühle kamen stets mindestens 1 Leinen- und Baumwollprobe auf einmal — natürlich Stoffe von möglichster Ähnlichkeit — in den meisten Versuchen wurden je 4 Kugeln mit 2 verschiedenen Leinen und Baumwollproben überzogen auf einmal verwendet. Die einzelnen Proben waren durch leichte Färbung der Stoffe gekennzeichnet. In der Regel wurden einige schon mehr oder weniger abgeschliffene rohe, nicht überzogene Marmorstücke zu den überzogenen Kugeln gegeben.

Die Berechnung der Gewichtsabnahme des Stoffs geschah unter genauester Berücksichtigung der anorganischen Massen, die aus den Stoffproben durch Waschen nicht zu entfernen waren. (Aschenbestimmung).

Tabelle XX.
Gewichtsverluste in absoluten Zahlen.

Leinen	Dauer des Reibens in Stunden	Zahl der mit Stoff überspannt. Kugeln		Gewichtsverluste in Gramm	Baumwolle	Dauer des Reibens in Stunden	Zahl der mit Stoff überspannt Kugeln		Gewichtsverluste in Gramm	
Bettuch gebleicht	10	4	Mit zugefügten Marmorstücken gerieben	0,051	Bettuch II	10	4	Mit zugefügten Marmorstücken gerieben	0,199	
» »	5	4		0,114	» II	5	4		0,193	
{Grob. Hemdenstoff	5	4		0,014	Grob. Hemdenstoff I	5	4		0,050}	
{Fein. » I	5	4		0,111	Fein. » I	5	4		0,140}	
{Grob. »	5	4		0,069	Grob. Hemdenstoff I	5	4		0,137}	1)
{Fein. » I	5	4		0,154	Fein. » I	5	4		0,195}	
{Grob. »	4	4		0,058	Grob. Hemdenstoff I	4	4		0,130}	2)
{Fein. » I	2	4		0,025	Fein. » I	2	4		0,033}	

1) Die Baumwollproben waren sichtlich viel mehr angegriffen als die Leinenproben. In 2 Proben des B. feines Hemd I waren so grofse Löcher, dafs die eingenähten Kugeln herausfielen.

2) In 3 Std.: Leinen zeigte keinen Defekt, Baumwolle war dagegen bereits durchgerieben. In 4 Std.: Baumwolle vollständig durchgerieben. Leinen zeigte einige kleinere schadhafte Stellen.

Die gleichzeitig geriebenen Stoffe sind mit Klammern ({ }) bezeichnet.

Tabelle XXI.

Unterschiede der Abnutzbarkeit, wenn Leinen = 100 gesetzt wird.

Die zusammengehörigen Paare	Leinen	Baumwolle	
L. Bettuch gebleicht u. B. Bettuch II	100	390	Lange resp. unt. Zugabe rauh. Steine angestellte Versuche 5—10 Std.
» » » » » » »	100	169	
L. Grober Hemdenstoff u. B. Grober Hemdenstoff I	100	357	
» » » » » » » »	100	199	
» » » » » » » »	100	224	
L. Feiner Hemdenstoff I u. B. Feiner Hemdenstoff I	100	126	Kurze resp. unt. Zugabe schwach rauh. Steine angestellte Versuche 2—4 Std.
» » » » » » » » »	100	127	
» » » » » » » » »	100	132	

Mittel der kurzen Versuche 100 : 128
» » langen » 100 : 267.

Die zweite Methode, die ich zur Prüfung der Haltbarkeit der Stoffe anwendete, bestand darin, dafs ich ein Leinen- und Baumwollstück nach vorheriger, sorgfältiger Befreiung von Appretur glatt nebeneinander auf ein Brett spannte, und nun ein Brettchen, das mit feinem Glaspapier Nr. 0 überzogen war, über die Stoffflächen mit Maschinenkraft stundenlang (3 h) hingleiten liefs. Die Bewegung hatte Ähnlichkeit mit Bürsten oder Bügeln. Es war natürlich besondere Sorgfalt darauf verwendet, dafs der Reibklotz genau gleichmäfsig über die beiden in Frage kommenden Gewebstücke hinglitt. Um Ungleichheiten auszuschliefsen, wurde der Platz der Gewebstücke in der Weise geändert, dafs während der Hälfte des Versuchs die Leinwand links und die Baumwolle rechts lag und dann umgekehrt.

Die Reibfläche wurde in den verschiedenen Versuchen etwas verschieden gewählt, aber stets nur bis zu mäfsiger Abnutzung gerieben. In der Regel kam eine Glaspapierfläche (Glaspapier Nr. 0) zur Verwendung. Die Resultate der Reibversuche sind in folgender Tabelle niedergelegt.

Tabelle XXII.

Die Prozente der Gewichtsabnahme sind auf die geriebenen Flächen bezogen (g auf 100 qcm).

Dauer der einzelnen Versuche: 3 Stunden.

Leinen							Baumwolle						
Name	Versuch					Mittel	Name	Versuch					Mittel
	I	II	III	IV	V			I	II	III	IV	V	
Bettuch ungebleicht	—	0,018	0,008	0,019	0,019	0,027	Bettuch II	0,026	0,022	0,021	0,012	0,025	0,033
	—	0,021	0,026	0,055	0,051			—	0,094	0,023	0,022	0,028	
Bettuch gebleicht	0,014	0,010	0,007	0,008	0,024	0,020	Bettuch III	0,033	0,040	—	0,025	0,072	0,046
	—	0,033	0,014	0,017	0,057			0,046	0,045	—	0,030	0,079	
Feiner Hemdenstoff I	0,012	0,007	0,018	0,024	0,043	0,026	Feiner Hemdenstoff I	0,020	0,008	0,008	0,012	0,027	0,020
	0,021	0,024	0,032	0,054	—			0,026	0,017	0,032	0,015	0,032	
					Mittel:	0,024						Mittel:	0,033

Wird Leinwand gesetzt = 100,
so ergibt sich für Baumwolle: 187.

Da es unmöglich war, die arbeitende Maschine in ganz gleichförmiger Bewegung zu erhalten, wodurch gröfsere Unregelmäfsigkeiten in den Resultaten sich zeigten, wurde eine dritte Methode angewendet, welche insofern eine Modifikation der zweiten darstellt, als anstatt des Maschinenbetriebes mit der Hand gearbeitet wurde, und die geriebene Fläche und die Reibfläche gröfsere Dimensionen hatten.

Die Länge der Reibfläche war 90 cm
» Breite » » » 21 »

Die Länge der geriebenen Fläche war 18 cm
» Breite » » » » 14 »

Die erste Reihe der Versuche wurde einfach so angestellt, dafs die zu untersuchenden Stoffe über zwei gleich grofse (Längskante 18 cm, Breitkante 14 cm, Höhe 9 cm) Fichtenholzklötze, deren Kanten und Ecken abgehobelt waren, gespannt wurden, wobei als Unterlage 1 Lage Flanell diente. Mit mäfsigem Aufdrücken wurde nun möglichst gleichmäfsig 16 mal hin und her über die aus Glaspapier Nr. 0 bestehende Reibfläche gerieben, immer 4 mal der Baumwollstreifen, dann 4 mal der Leinwandstreifen usf.

Um die Willkürlichkeit der Stärke des Druckes auszuschalten, wurde bei der zweiten Reihe der Versuche die Bewegung der Klötze auf der Reibfläche durch Ziehen an Schnüren in horizontaler Richtung vorgenommen. Die Klötze wurden mit 0,5 kg-Gewichten beschwert, die Zahl der Reibungen erhöht.

Der Kontakt der Reib- und geriebenen Fläche blieb jedoch bei dieser Anordnung ein unvollkommener und beschränkte sich auf einige Stellen, die bald durchgerieben wurden. Zur Abhilfe wurden dicke, aus 4 Lagen Flanell bestehende Polster an den Holzklötzen angebracht, über die dann die Stoffe straff bzw. schlaff gespannt wurden (Versuch II und folgende). Der Kontakt der geriebenen und der Reibfläche war nun befriedigend. Die Reibeversuche sind gröfstenteils von einer Person ausgeführt, die nicht ahnte, was der Zweck der Untersuchung war. Die Resultate sind in der folgenden Tabelle enthalten:

Tabelle XXIII.

Reibeversuche. Absolute Gewichtsabnahmen in Gramm.

Leinen	Reihe I.	Reihe II.	Reihe III.	Reihe IV.	Reihe V.,VI.	Baumwolle	Reihe I.	Reihe II.	Reihe III.	Reihe IV.	Reihe V.,VI.
	Mit Aufdrücken 16 mal gerieben	Ohne Aufdrücken 30 mal gerieben	Ebenso 60 mal gerieben straff gespannt	Ebenso 60 mal gerieben schlaff gespannt	Ebenso 30 mal gerieben		Mit Aufdrücken 16 mal gerieben	Ohne Aufdrücken 30 mal gerieben	Ebenso 60 mal gerieben straff gespannt	Ebenso 60 mal gerieben schlaff gespannt	Ebenso 30 mal gerieben
Bettuch gebleicht	0,171	0,098	0,113	0,189		Bettuch II	0,222	0,128	0,146	0,176	
	0,156	0,110	0,104	0,200			0,236	0,077	0,114	0,181	
	0,171	0,109	0,115	0,097			0,209	0,120	0,151	0,083	
Grober Hemdenstoff			0,199			Bettuch I			0,257		
			0,188						0,249		
			0,265						0,207		
			0,304						0,206		
			0,107						0,122		
			0,085						0,100		
Grober Hemdenstoff			0,043			Grober Hemdenstoff I			0,075		
			0,040						0,069		
Grober Hemdenstoff			0,142			Grober Hemdenstoff II			0,192		
			0,137						0,158		
Feiner Hemdenstoff I	0,229	0,145	0,071	0,077		Bettuch III	0,275	0,156	0,170	0,095	
	0,135	0,068	0,062	0,033			0,187	0,093	0,102	0,060	
				0,152						0,218	
Feiner Hemdenstoff II	0,128		0,100			Feiner Hemdenstoff II	0,179		0,150		
	0,120						0,089				
Feiner Hemdenstoff II	0,187		0,050			Feiner Hemdenstoff I	0,202		0,081		
	0,162		0,110				0,167		0,130		
Feiner Hemdenstoff I				0,036		Feiner Hemdenstoff I				0,051	
				0,035						0,054	
Taschentuch					straff gesp. 0,084 schl. gesp. 0,098	Taschentuch					straff gesp. 0,128 schl. gesp. 0,165
Feiner Hemdenstoff III			0,043			Cambric			0,097		
			0,083						0,123		
			0,099						0,133		
			0,099						0,145		

Tabelle XXIV.
Unterschiede von Leinen und Bauwolle, wenn Leinen = 100 gesetzt wird.

Bezeichnung der gleichzeitig geriebenen Paare	Reihe I. Mit Aufdrücken 16 mal gerieben		Reihe II. Ohne Aufdrücken 30 mal gerieben	Reihe III. Ebenso 60 mal gerieben straff gespannt	Reihe IV. 60 mal gerieben schlaff gespannt	Reihe V. 30 mal gerieben straff gespannt	Reihe VI. 30 mal gerieben schlaff gespannt
	Leinen	Baumwolle					
L. Bettuch gebleicht und B. Bettuch II	100	130	131	129	93		
	100	151	70	110	91		
	100	122	111	131	88		
L. grober Hemdenstoff und B. Bettuch I	100			129			
	100			132			
Desgl.	100			78			
	100			68			
Desgl.	100			114			
	100			117			
L. grober Hemdenstoff und B. grober Hemdenstoff I	100			174			
	100			162			
L. grober Hemdenstoff und B. grober Hemdenstoff II	100			135			
	100			115			
Mittel:	100			123	(Die Zahlen der Reihe IV sind vernachlässigt worden.)		
L. feiner Hemdenstoff I u. B. Bettuch III	100	139	108	240	123		
	100	120	119	164	181		
L. feiner Hemdenstoff II u. B. feiner Hemdenstoff II	100	108		118	143		
	100	103		162			
L. feiner Hemdenstoff II u. B. feiner Hemdenstoff I	100	140		150			
	100	74		—			
L. feiner Hemdenstoff I u. B. feiner Hemdenstoff I	100				154		
	100				141		
L. Taschentuch und B. Taschentuch	100					152	168
L. feiner Hemdenstoff III und B. Cambric	100			134			
	100			146			
	100			147			
	100			226			
Mittel:	100			159	(Zum Ausrechnen von diesem Mittel wurden sämtliche Zahlen der Reihen III, IV, V u. VI verwendet.)		

Eine einzige Baumwolle ausgenommen war es gleichgültig, ob die geriebenen Flächen straff oder schlaff gespannt waren. Diese Baumwolle Bettuch II stellt auch insofern eine Ausnahme dar, als bei schlaffer Spannung ihre Abnutzung eine geringere war als bei der zu vergleichenden Leinwand. Die Ursache dieses auffallenden Verhaltens konnte nicht näher aufgeklärt werden.

Aus den Zahlen der 3. und 5. Spalte, welche wohl die einwandfreiesten Resultate enthalten, darf man entnehmen, dafs die spezifischen Abnutzbarkeitsunterschiede mit zunehmender Feinheit der Gewebe wachsen und zwar sehr zugunsten der Leinwand.

Das Schlufsresultat aus allen Versuchen lautet etwa: Die Abnutzung von Leinwand und Baumwolle verhält sich wie 100 : 128 resp. 137 resp. 123, oder im Gesamtmittel wie 100 : 129 in kürzeren resp. mit weniger rauhen Flächen angestellten Versuchen. Dagegen wie 100 : 267 resp. 159 oder im Gesamtmittel wie 100 : 213 in längeren Versuchen oder bei stark rauhen Flächen. Ist eben — was bei der Baumwolle früher eintritt — einmal ein Loch da, so nimmt es sehr rasch an Gröfse zu, damit stimmt auch der gröfsere Unterschied bei den feineren Stoffen, weil sich hier rascher sichtbare Löcher bilden. Die Sorge der Hausfrauen, kleine Löcher zu stopfen, damit sie nicht rasch gröfser werden, ist hiermit als richtig nachgewiesen.

VIII. Die Zerreifsfestigkeit.

Die Zahlen, die bei der Untersuchung der einzelnen natürlichen Fasern auf ihre Zerreifsfestigkeit, resp. auf ihre Tragfähigkeit erhalten wurden, sind für uns ohne Bedeutung, dagegen sind die an Garn angestellten Untersuchungen wichtig. Nach den Angaben von Stumpf in »der Leinenschrein der deutschen Hausfrau« dürfte man im allgemeinen das Verhältnis der Festigkeit von Leinenzwirn zu Baumwollzwirn annehmen wie 3 : 2,26, von Leinenkettenfäden zu Baumwollenkettenfäden wie 3 : 1,82 oder im Durchschnitt dieser beiden Angaben wie 3 : 2,04. Zur Gewinnung dieser Zahlen wurden je 3 Proben verglichen.

Im Gegensatz zu diesen Resultaten haben andere Autoren (J. Herzfeld, Technische Prüfung der Garne und Gewebe, S. 73, und E. Müller, Handbuch der Spinnerei, S. 259) gefunden, dafs beste Qualitäten Garn von genau gleicher Fadendicke sich nicht wesentlich in ihrer Festigkeit unterscheiden resp. dafs die Festigkeit in kg (pro mm Querschnitt für Flachsfasern 35,2, für Baumwolle sogar 37,6 beträgt. Diese Angaben widersprechen aber offenbar den Erfahrungen des praktischen Lebens. Müller macht zur Erklärung darauf aufmerksam, dafs die Leinenfasern leicht einzelne schwache Stellen hätten, und dafs die schwächeren aber gleichförmigeren Baumwollfasern deswegen bei der Untersuchung ein so günstiges Resultat liefern.

Die Untersuchung von Geweben von möglichst gleicher Dicke und Fadenzahl scheint nicht oft in der Literatur ausgeführt worden zu sein. Ich habe nichts finden können, als wie folgende Angaben: Zur Ermittelung der Festigkeit des Gewebes wurden von Stumpf (Leinenschrein 61—63) 3 Sorten nadelfertigen leinenen und baumwollenen Stoffes in Streifen von 5,5 cm Breite und 8 cm Länge einer Prüfung unterworfen. Die Sorten waren entsprechend gleichwertig gewebt und gleich dick. Das Resultat war folgendes:

Leinenes Gewebe.

Sorte	1	zerrifs	bei	einer	Zugkraft	von	52	kg
»	2	»	»	»	»	»	43	»
»	3	»	»	»	»	»	40	»

Baumwollenes Gewebe.

Sorte	1	zerrifs	bei	einer	Zugkraft	von	38	kg
»	2	»	»	»	»	»	31	»
»	3	»	»	»	»	»	27	»

Das Verhältnis der Festigkeit ist Leinwand : Baumwolle wie 3 : 2,13 oder wie 100 : 71.

Es wäre also nach Stumpf das Leinengewebe etwa $1^1/_2$ mal so fest wie die Baumwolle, das gleiche Verhältnis hat er, wie oben mitgeteilt, für Garne gefunden.

Da ich unbegreiflicherweise auch durch Korrespondenz mit mehreren technischen Autoritäten keine guten Ergänzungen dieser vereinzelten und teilweise widersprechenden Angaben erhalten konnte[1]), schickte ich die 12 Stoffe, an denen die Hauptuntersuchungen ausgeführt sind, an die »Eidgenössische Material-Prüfungsanstalt des schweizerischen Polytechnikums in Zürich«, um sie dort fachmännisch auf Zugfestigkeit prüfen zu lassen. Es ist mir von grofsem Wert, dafs diese von vollkommen unbeteiligter Seite angestellten Versuche Resultate ergeben haben, die mit den Resultaten meiner oben mitgeteilten Abnutzungsversuche in sehr erfreulicher Übereinstimmung sind. Die Versuche sind so angestellt, dafs Streifen von 20 cm Länge und 3,0—3,8 cm Breite mit den dazu geeigneten Maschinen zerrissen wurden. Es wurde dabei festgestellt: 1. Die Dehnung des Stoffes bis zur Zerreifsung, 2. die totale Zugfestigkeit des Probestreifens in kg, 3. die Umrechnung dieser Zahl auf 1 cm Breite des Probestreifens und endlich 4. die Reifslänge, d. h. Angabe der Länge des Stoffes in km, die notwendig ist, um das Stoffband zum Abreifsen zu bringen.

Die erhaltenen Resultate lasse ich in Tabelle XXV folgen.

1) So ist z. B. aus der folgenden kleinen Tabelle von Hoyer (Dammers Lexikon der Verfälschungen, S. 333) nicht viel für meine Zwecke zu schliefsen.

Name	Gewicht pro qm in g	Fadenzahl auf 25 mm		Festigkeit eines Streifens von 10 cm Breite in kg	
		Kette	Schufs	Kette	Schufs
Kaliko, ungebleicht, zu Hemden . .	129—135	56	53	90	74
» blau, zu Futter	110—170	60	51	58	50
Leinen { Hemden (gebleicht) . .	225—235	32	28	73	67
Leinen { Futter (ungebleicht) . .	205—215	26	22	105	100
Leinen { Sommerhose (gebleicht .	240—260	33	30	230	144
Leinenzwillich zu Hosen, ungebleicht	320—340	30	29	230	200

Ich zweifle nicht, dafs neueres besseres Material existiert.

Tabelle XXV.

Zerreifsfestigkeit normaler Stoffe.

1. Bezeichnung der Probe	2. Breite des Probestreifens cm	3. Gewicht des Stoffes Gramm pro qcm	4. Stofflänge in cm	5. Zugfestigkeit kg total	6. Zugfestigkeit kg p. 1 cm Breite	7. Reifslänge km	8. Bruchdehnung in %
L. Bettuch ungebleicht .	3,65	0,0218	20,0	70,2	19,2	8,80	18,0
L. Bettuch gebleicht . .	3,85	0,0170	20,0	66,0	17,1	9,50	10,1
L. grober Hemdenstoff .	3,80	0,0183	20,0	55,5	14,6	7,97	10,5
L. feiner Hemdenstoff I .	3,80	0,0174	20,0	56,2	14,8	8,50	13,3
L. feiner Hemdenstoff III	3,84	0,0144	20,0	43,5	11,3	7,85	10,35
B. Bettuch I	2,98	0,0207	20,0	35,0	11,7	5,65	14,5
B. Bettuch II	3,54	0,0175	20,0	28,2	8,0	4,57	11,8
B. Bettuch III	3,60	0,0147	20,0	29.5	8,2	5,58	9,2
B. grober Hemdenstoff I .	3,70	0,0124	20,0	28,0	7,6	6,13	9,0
B. grober Hemdenstoff II	3,84	0,0128	20,0	35,0	9,1	7,11	12,0
B. feiner Hemdenstoff I .	3,42	0,0131	20,0	29,3	8,6	6,56	9,6
B. Cambrie	3,45	0,0082	20,0	25,0	7,25	8,84	8,0

Der erste Blick auf die Tabelle zeigt, wenn wir den Stab 6 zunächst ins Auge fassen, dafs die Zugfestigkeit pro 1 cm Breite bei den eingesandten Leinenstoffen von 14,8—19,2 bei den gekauften Leinenstoffen von 11,3—14,6 variierten, dafs weiter das Flächengewicht einigermafsen der Festigkeit proportional ist. Die Zugfestigkeit der eingesandten Baumwollproben schwankte von 8,6—8,0, die der gekauften von 11,7—7,6. Auch hier war ein gewisser Zusammenhang der Festigkeit mit dem Flächengewicht angedeutet, wenigstens zeigte die von uns gekaufte besonders starke und schwere Baumwolle B. Betttuch I auch eine besonders hohe Festigkeit.

Diese Versuche sagten schon unzweifelhaft, dafs die Festigkeit der schwächsten von uns untersuchten Leinwand 11,3 nur um ein Geringes geringer ist, als wie die der allerstärksten Baumwolle, und dafs im allgemeinen Leinenstoffe von gleicher Dicke ungefähr die doppelte Zugfestigkeit haben wie Baumwollstoffe. Die 5 untersuchten Leinwandstoffe mit einer durchschnittlichen Dicke von 0,24 mm besafsen eine durchschnittliche Zugfestigkeit

von 15,4 kg, die 7 untersuchten Baumwollstoffe mit einer durchschnittlichen Dicke von 0,22 mm eine solche von 8,6 kg pro 1 cm Breite.

Aus diesen Zahlen folgt ohne weiteres, dafs, wenn jemand vor allen Dingen auf die Festigkeit eines Baumwollen- oder Leinenstoffes sehen mufs, er unter allen Umständen Leinwand wählen wird; es wird deswegen z. B. zu Segeln die Leinwand der Baumwolle sehr erheblich überlegen sein.

Es ist aber nicht zu verkennen, dafs die Leinenstoffe, die wir hier mit den Baumwollstoffen verglichen haben, im allgemeinen ein erheblich gröfseres Flächengewicht besitzen, dafs also ihre verschiedene Festigkeit ein Stück weit jedenfalls von ihrem verschiedenen Materialgehalt und nicht allein von der spezifischen Festigkeit des Leinen- und Baumwollfadens abhängt. Will man die letztere bestimmen, so hat man die Festigkeit von Stoffen zu vergleichen, die bei gleicher Breite gleiches Flächengewicht besitzen, oder die »Reifslängen«[1]) in Betracht zu ziehen, bei denen ja die in km ausgedrückte Last proportional dem Flächengewicht des Stoffes wächst. Bestimmen wir das Mittel der Reifslänge aus den 5 Leinenstoffen, so finden wir 8,52 km, für das Mittel der 7 Baumwollstoffe 6,35 km; d. h. die Zahlen verhalten sich, wenn wir Leinen 100 setzen wie **100 : 74**, während sich die Festigkeit gleich grofser und ungefähr gleich dicker Stoffstücke von Baumwolle und Leinen verhielt etwa wie 100 : 55, resp. wenn wir bedenken, dafs die Baumwollstoffe im Durchschnitt nur 0,22 statt 0,24 dick sind wie **100 : 60**.

Anhangsweise seien einige Versuche angeführt über die Beeinflussung der Stofffestigkeit durch Verschimmeln.

Einige Proben wurden nafs mit Penicillium glaucum geimpft und etwa 1 Jahr so in einem feuchten Raume aufbewahrt. Das Wachstum des Pilzes war spärlich.

Die Proben wurden nach 1 Jahr ausgekocht und auf ihre Zerreifsfestigkeit geprüft. Die Zahlen folgen in der Tabelle XXVI.

---

1) Reifslänge nennt man in der Festigkeitsprüfung die Strecke des zu untersuchenden Stoffs, die derselbe tragen kann, bis er durch sein Eigengewicht abreifst.

Zerreifsfestigkeit verschimmelter Stoffe.
Tabelle XXVI.

1. Bezeichnung der Probe	2. Breite des Probestreifens cm	3. Gewicht des Stoffes Gramm pro qcm	4. Mefslänge in cm	5. Zugfestigkeit kg total	6. Zugfestigkeit kg p. 1 cm Breite	7. Reifslänge km	8. Bruchdehnung in %
L. Bettuch ungebleicht .	3,34	0,0216	20,0	40,5	12,1	5,61	9,5
L. Bettuch gebleicht . .	3,60	0,0181	20,0	30,5	8,5	4,70	7,5
L. feiner Hemdenstoff I .	3,60	0,0175	20,0	44,0	12,2	6,97	10,8
B. Bettuch II	3,60	0,0176	20,0	29,5	8,2	4,66	10,5
B. Bettuch III	3,55	0,0166	20,0	26,0	7,3	4,40	10,75
B. feiner Hemdenstoff I .	3,70	0,0148	20,0	25,5	6,9	4,83	10,0

Aus dem Stab 6 der Tabelle sieht man, dafs die Leinwand zwar mehr gelitten hat als die Baumwolle, dafs jedoch auch jetzt noch die Resultate zugunsten der Leinwand ausfallen. Dieser Versuch wäre natürlich mit allerlei Modifikationen zu wiederholen.

IX. Luftdurchlässigkeit und Porengröße.

Schon Pettenkofer hat in seinen grundlegenden Arbeiten grofsen Wert auf die Luftdurchlässigkeit einer Kleidung gelegt und eine Reihe von Bestimmungen gemacht. Rubner hat nach seinen Methoden die Luftdurchlässigkeit für eine grofse Anzahl von Stoffen bestimmt.

Rubner nennt Permeabilitätskoeffizient die Zahl, welche angibt, wie viel Minuten notwendig sind, um durch 1 qcm Fläche in 1 cm dicker Schicht einen Liter Luft bei 0,42 mm Wasserdruck durchzublasen. Von Stoffen, die uns interessieren, gibt er an:

Stoff	Spez. Gewicht	Permeabilitätskoeffizient
Feines Leinen . . .	0,683	17,2
Marzelline	0,666	76,2
Perkal	0,609	31,8
Köper 1	0,551	66,2
Köper a	0,466	53,8
Bauernleinen . . .	0,543	9,4

Aus dieser Tabelle geht ein auffallender Unterschied der Luftdurchlässigkeit der untersuchten weifsen Leinen- und Baumwollgewebe hervor. Während das feine Leinen das gröfste, das Bauernleinen das zweitniedrigste spezifische Gewicht hat, während also diese beiden Stoffe teils den gröfsten, teils den zweitkleinsten Gehalt an Fasern besitzen, ist doch die Luftdurchlässigkeit der Leinenstoffe eine aufserordentlich viel gröfsere, 3—8 mal gröfser als wie die der Baumwollstoffe! Rubner schliefst, dafs die Baumwollstoffe den Raum gleichmäfsiger lockerer ausfüllen, als die Leinenstoffe, zwischen deren derben festen Fäden relativ gröfsere aber spärlichere Lücken vorhanden sind.

Diese auffallenden, von Rubner über die Luftdurchlässigkeit gewonnenen Resultate gaben Anlafs zu einer Reihe eigener Versuche, deren Anordnung folgendermafsen getroffen wurde.

In Trichter auslaufende Blechtrommeln (5,9 cm Durchmesser) wurden mit den zu untersuchenden Stoffproben bespannt, wobei die Stoffränder mittels eines breiten, enganschliefsenden Metallringes und mit Wachs gedichtet wurden. Die Luft wurde literweise aus einem Gasometer durchgeprefst, und der Druck mit einem improvisierten Wasserdifferenzialmanometer gemessen. Er betrug 0,1 mm Wasser.

Die gefundenen Werte folgen in der Tabelle:

Tabelle XXVII.
Permeabilität. Druck: 0,1 mm Wasser.

Leinen	Dicke in mm	Fläche in qcm	Sekunden für 1 l u. 27,3 qcm Fläche	Sekunden für 1 mm Dicke	Baumwolle	Dicke in mm	Fläche in qcm	Sekunden für 1 l u. 27,3 qcm Fläche	Sekunden für 1 mm Dicke	
Bettuch ungebl. . .	0,32	27,3	48	150	Bettuch I . . .	0,31	27,3	68	218	grobe Stoffe
Bettuch gebl. . .	0,22	27,3	35	169	Bettuch II	0,24	27,3	61	254	
					Bettuch III . . .	0,23	27,3	41	178	
Grob. Hemdenstoff .	0,26	27,3	37	139	Grob. Hemdenstoff I	0,22	27,3	49	222	
					» » II	0,22	27,3	47	213	
Fein. Hemdenstoff I	0,21	27,3	50	238	Fein. Hemdenstoff I	0,18	27,3	70	392	fein. Stoffe
» » III	0,19	27,3	53	279						
					Cambric	0,14	27,3	61	436	

Rechnet man nach Rubner diese Zahlen für 1 qcm Fläche, 1 cm Dicke und 1 ccm Luft um, so gelangt man zu folgenden Permeabilitätskoeffizienten bei dem gegebenen Drucke von 0,1 mm Wasser:

Tabelle XXVIII.
Permeabilitätskoeffizienten.

Leinen	Permeabilitäts-koeffizient	Baumwolle	Permeabilitäts-koeffizient	
Bettuch ungebleicht	55	Bettuch I	80	grobe Stoffe
› gebleicht .	63	› II	93	
		› III	65	
Grober Hemdenstoff	51	Grob. Hemdenstoff I	81	
		› › II	78	
Fein. Hemdenstoff I	88	Fein. Hemdenstoff I	144	fein. Stoffe
› › III				
	102	Cambric	160	

Aus den Zahlen dieser Tabelle kann man den Schlufs ziehen, dafs in der Tat die Baumwollgewebe weniger luftdurchlässig sind als die vergleichbaren Leinengewebe.

Doch war in meinen Versuchen das Verhältnis der vergleichbaren groben Leinen- und Baumwollstoffe nur wie 100 : 141 und das der feinen wie 100 : 160, oder im Gesamtmittel wie 100 : 150. Es reichten eben die Rubnerschen Angaben nicht aus, um ähnliche Stoffe vergleichen zu können. — Die Erklärung Rubners: Gröfsere weitere Poren bei der Leinwand, feinere durch Haare teilweise verlegte bei der Baumwolle, ist richtig, wie ich mich auch durch mikroskopische Betrachtung eingeschlossener Gewebsstückchen an der Fläche überzeugte.

Tabelle XXIX.
Mafse der Fäden und Lücken in Stoffstückchen.

Leinen	Durch eine Lage und 27,3 qcm Fläche geht 1 l durch in x Sek.	Fadendicke in mm	Lücken zwischen den Fäden in mm	Die Lücken werden durch herausragende Fasern reduziert auf eine Breite von etwa mm
Bettuch ungebleicht . .	48	0,381—0,267	0,099—0,133	0,032
Bettuch gebleicht . . .	35	0,324—0,312	0,083—0,111	0,030
Feiner Hemdenstoff I .	50	0,258—0,235	0,043—0,115	0,025

Tabelle XXIX (Fortsetzung).

Baumwolle	Durch eine Lage und 27,3 qcm Fläche geht 1 l durch in x Sek.	Fadendicke in mm	Lücken zwischen den Fäden in mm	Die Lücken werden durch herausragende Fasern reduziert auf eine Breite von mm
Bettuch I	68	0,287—0,270	0,132—0,150	0,018
Bettuch II	61	0,220—0,300	0,168—0,105	0,018
Grober Hemdenstoff II .	47	0,309—0,198	0,168—0,153	0,036
Feiner Hemdenstoff I .	70	0,212—0,210	0,085—0,107	0,013
Cambric	61	0,155—0,137	0,063	0,019

Die mitgeteilte Tabelle beansprucht wegen der verschieden breiten Einzelfäden und ihres wechselnden Abstandes nur einen orientierenden Wert, besonders ist es mißlich, die Größe der Lücken, wie sie durch hereinhängende Fasern übrig bleiben, genauer anzugeben.

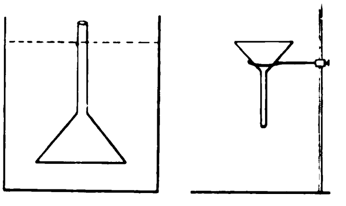
Durch eine Reihe von Versuchen habe ich mich überzeugt, daß die von Rubner nachgewiesene proportionale Abnahme der Luftdurchlässigkeit mit der Zunahme der Schichtdicke auch für unsere Stoffe zu Recht besteht. Es war mir dieser Nachweis wichtig, um mich von der Genauigkeit meiner Methodik zu überzeugen.

Tabelle XXX.

Leinen	1. Zahl der Lagen	2. Dicke in mm	3. Sekund. für 1 l Luft und 27,3 qcm Fläche	4. Differenzen zwisch. 1 u. 2, 1 u. 3, 1 u. 4 Lagen	5. Verhältnis der Differenzen	Baumwolle	1. Zahl der Lagen	2. Dicke in mm	3. Sekund. für 1 l Luft und 27,3 qcm Fläche	4. Differenzen zwisch. 1 u. 2, 1 u. 3, 1 u. 4 Lagen	5. Verhältnis der Differenzen
Bett-tuch gebl.	1	0,22	35	28	1,00	Bett-tuch II	1	0,24	58	36	1,00
	2	0,44	63	54	1,93		2	0,48	94	73	2,03
	3	0,66	89	95	3,32		3	0,72	131	112	3,11
	4	0,88	130				4	0,96	170		
feiner Hemden stoff I	1	0,21	50	33	1,00	feiner Hemden-stoff I	1	0,18	69	42	1,00
	2	0,42	83	58	1,76		2	0,36	111	64	1,52
	3	0,63	108	100	3,00		3	0,54	133	116	2,76
	4	0,84	150				4	0,72	185		

Die Ausrechnung der Tabelle wurde so gemacht, dafs man von den Sekunden, die man für 2 resp. 4 Lagen verbrauchte, die Sekundenzahl für 1 Lage abzog und nun berechnete, in welchem Verhältnis die in Stab 4 niedergelegten Werte zu einander stehen, das Ergebnis gibt Stab 5. Die gefundenen Werte stimmen meist recht leidlich zu dem erwarteten Resultat 1 : 2 : 3.

Um zu prüfen, ob bei Benetzung der glattgewebten Stoffe alle Poren durch Wasser geschlossen werden, wurden mit einer Stofflage überspannte Trichter umgekehrt in ein Becherglas mit Wasser gestellt, wobei sich der Trichter rasch mit Wasser füllte (Fig. 1). Dann wurde er schnell herausgenommen und in normaler Lage fixiert (Fig. 2). Nach Ablaufen von einigen Tropfen Wasser blieb die Höhe der im Trichter durch den äufseren Luftdruck gehaltenen Wassermenge 2 Tage lang — so lange wurde die Beobachtung fortgesetzt — unverändert, was ein Beweis dafür ist, dafs alle Poren geschlossen waren und die nasse Stoffschichte absolut luftdicht war. Zwischen Stoffen aus Leinen und Baumwolle war in dieser Hinsicht kein Unterschied.



Weitere Versuche wurden angestellt zum Zwecke der Feststellung des Luftdruckes, der angewendet werden mufs, um diese zwischengelagerte Wasserwand zu durchbrechen. Die Trichter vom vorhergehenden Versuch wurden nach gründlicher Anfeuchtung der Stoffschicht in leerem Zustande mit einem Gasometer verbunden und an einem Quecksilbermanometer wurde das Minimum des Druckes gemessen, der erreicht werden mufste, bis der wassergetränkte Stoff Luft durchliefs. Die Flächen der Trichter waren gleich grofs.

Die folgende Tabelle bringt die Resultate.

Tabelle XXXI.

Leinen	Dicke in mm	Fläche	Druck für Quecksilber in cm	Druck für Wasser in cm	Baumwolle	Dicke in mm	Fläche	Druck für Quecksilber in cm	Druck für Wasser in cm
Bettuch gebleicht	0,22	32,17	2,4 2,4	32,64	Bettuch II	0,25	32,17	2,7 2,7	36,72

Es sind also sehr erhebliche Drucke notwendig, um Luft durch ein ganz durchtränktes glattes Baumwoll- oder Leinwandgewebe hindurchzutreiben.

X. Das Verhalten zur Wärme.

Über das Verhalten von glatten Leinen- und Baumwollstoffen zur Wärmeleitung habe ich keine eigenen Versuche angestellt. Leider gestatten auch die grundlegenden und umfassenden Untersuchungen Rubners keine genaue ziffermäfsige Betrachtung, da er glatte, dichte Leinen- und Baumwollstoffe nur sehr wenig untersucht hat und kaum eine Untersuchung sich zum direkten Vergleich eignet. Bei der ganz gleichen Webweise der Leinen- und Baumwollstoffe, die wir untersucht haben, bei dem gleichen spezifischen Leitungsvermögen von Baumwoll- und Leinenfasern ist indes nach Rubners Darlegung eine erhebliche Verschiedenheit der Wärmeleitung durch glatte Leinen- und Baumwollstoffe nicht zu erwarten. Immerhin müssen die Leinengewebe durch ihren geringen Luftgehalt (45% statt 55% bei der Baumwolle) besser Wärme leiten, und zweitens bedingen die aus dem Baumwollgewebe vorstehenden Härchen, dafs sich zwischen Stoff- und Haut nochmals eine schwerbewegliche Luftschichte bildet und die Wärmeabgabe weiter verzögert wird. Aus den Angaben von Rubner möchte ich schätzen, dafs gleichdicke Baumwollstoffe die Wärmeabgabe durch Leitung um etwa 15—30% mehr verzögern als wie Leinenstoffe von gleicher Dicke und Webart. Dieser Unterschied fällt bei reiner Leinen- oder Baumwollkleidung nicht unerheblich zugunsten der Baumwolle ins Gewicht. Wird aber glatte Leinwand oder Baumwolle nur als Hemd getragen und darüber Wollkleidung, so wird der Unterschied im Verhältnis zu der Störung der Wärmeabgabe durch die wollene Oberkleidung nicht sehr grofs sein.

XI. Die Absorption von Gasen.

Wie ich kürzlich in diesem Archiv gezeigt habe (Bd. LVII) besteht zwischen der Absorptionsgröfse von trockenem Ammoniak durch trockene Leinwand und trockene Baumwolle kein auffallender Unterschied.

Es absorbierten trockene Stoffe pro 1 g Milligramm Ammoniak:

bei 6—7°

L. Bettuch gebleicht 64,0 mg	B. Bettuch II 57,8 mg

bei 17—20°

L. Bettuch gebleicht 45,1 mg	B. Bettuch II 44,7 mg
L. Betttuch ungebleicht 51,4 mg	

Leinen absorbiert eine Kleinigkeit Ammoniakgas mehr als Baumwolle in trockenem Zustand.

Feuchte Stoffe absorbieren sehr viel mehr und zwar konnte ich zeigen, dafs sich die Ammoniakaufnahme eines feuchten Stoffes — gleichgültig ob sein Wassergehalt auf hygroskopischem oder tropfbarem Wasser beruht — einfach zusammensetzt aus der Ammoniakaufnahme durch den trockenen Stoff und durch das hygroskopische Wasser. Mit Wasserdampf annähernd gesättigte Stoffe nehmen auf pro 1 g:

Leinen ungebleicht 233 mg; Baumwolle etwa 200 mg.

Auch in der Aufnahme von Salzsäure besteht kein erheblicher Unterschied.

Durch Versuche von Kisskalt und Yokote ist dargetan, dafs Baumwollstückchen unter einer Glocke, unter der ein Ammoniakgefäfs steht, nur recht wenig Ammoniak aufnehmen und dafs — wie besonders Yokote gezeigt hat — ein sehr kurzes Verweilen in der freien Luft insbesondere ein sehr kurzes Bewegen der Stückchen in der freien Luft ausreicht, um den Ammoniakgehalt zum Verschwinden zu bringen — dies gilt im gleichen oder höherem Mafse von Leinwand.

XII. Das Verhalten der Stoffe gegen anfliegenden Schmutz.

Bei genauer Betrachtung der Oberfläche von Leinen- und Baumwollstoff fällt sofort auf, dafs die meisten Baumwollgewebe wesentlich reicher mit Härchen besetzt sind als wie die Leinenstoffe. Wir haben schon oben bei der Betrachtung der Glätte

die gröfsere Rauhigkeit der Baumwollstoffe auf diese abstehenden Härchen geschoben. •Es schien ohne weiteres wahrscheinlich, dafs wegen dieses Haarbesatzes an Baumwollstoffen anfliegende Schmutzteile viel leichter haften müfsten als wie am Leinenstoff.

Um diese Ansicht zu prüfen, wurden zunächst Versuche gemacht mit Farbstoffpulver.

1. Versuch mit Safranin.

In einen Glaszylinder von 4 dm Höhe und 15 cm lichter Weite wurde nahe des mit einem Loch versehenen Glasdeckels, etwa 35 cm vom Boden entfernt, ein Holzbrettchen horizontal eingesteckt, das auf seiner Unterseite in schachbrettartiger Anordnung zwei Quadrate von Baumwollstoff und zwei von Leinenstoff mit Stecknadeln befestigt trug. Gegen den Boden des Gefäfses wurde nun durch eine mit trockenem Safraninpulver gefüllte Flasche ein kräftiger Luftstrom mit dem Blasebalg durchgeblasen, so dafs in dem Staubgefäfs ein dichter schwarzroter Staub entstand, der sich auch reichlich auf die obere Fläche des Brettchens niederzuschlagen schien.

Zu meiner Verwunderung war jedesmal, wenn ich die Stoffproben aus dem Staubglas herausnahm, aufserordentlich wenig Farbstoff an den Stoffen niedergeschlagen, nur an den vorstehenden Härchen zeigten sich zarte fransenartige Ansätze von Farbstoffpartikelchen, als ob sie daselbst ankristallisiert wären. Bei der stärkeren Wolligkeit der Baumwolle war schon für das Auge ein etwas stärkeres Anhaften von Farbpartikelchen bei derselben resp. eine etwas gröfsere Anzahl sichtbarer farbiger Anhänge leicht zu erkennen. Die kolorimetrische quantitative Untersuchung des Farbstoffgehaltes ergab folgendes Resultat:

Tabelle XXXII.

Leinen	mg Safranin blieben haften	Baumwolle	mg Safranin blieben haften	Leinen enthielt 1/x der an der Baumwolle anhaftenden Menge Farbstoff	
Feiner Hemdenstoff III . . .	0,070	Bettuch I . . .	0,120	1/2	Farbstoff vor dem Versuch nicht getrocknet
Feiner Hemdenstoff III	0,144 0,144	Bettuch I . . .	0,320 0,250	In diesem Versuch wurden die Stoffproben sehr unregelmäfsig vom Farbstoff getroffen	Farbstoff vor dem Versuch bei 100° C getrocknet
Feiner Hemdenstoff I	0,27 0,27	Feiner Hemdenstoff I	0,33 0,33	9/11	

Diese Versuche mit Safranin befriedigten nicht, indem so minimale Mengen zur Untersuchung kamen, dafs die kleinsten Versuchsungeschicklichkeiten das Resultat trüben mufsten. Sie wurden deshalb noch nach einem anderen Prinzip ausgeführt, wobei gröfsere Mengen Farbstoff an den Stoffen haften blieben:

Es wurde auf die, ähnlich wie im vorhergehenden Versuch, auf Brettchen fixierten Stoffproben Safranin gleichmäfsig aufgestreut und dann

1. abgeklopft (Versuchsreihe 1),
2. mit einem weichen Pinsel eingerieben und erst dann so stark wie möglich abgeklopft. (Versuchsreihe 2).

Die quantitative Bestimmung des Farbstoffgehaltes lieferte folgende Zahlen:

Tabelle XXXIII.

1. Der Farbstoff aufgestreut und abgeklopft.

Leinen	mg Safranin blieben haften	Baumwolle	mg Safranin blieben haften	Leinen enthielt 1/x der an der Baumwolle anhaftenden Menge Farbstoff
Bettuch gebleicht	0,4 0,6	Bettuch II . . .	1,8 2,0	1/4
Feiner Hemdenstoff I	0,7 0,6	Feiner Hemdenstoff I	1,8 1,6	1/3
Feiner Hemdenstoff III	0,4 0,6	Cambric	1,0 1,6	1/2

2. Der Farbstoff wurde eingerieben und abgeklopft.

Leinen	mg Safranin blieben haften	Baumwolle	mg Safranin blieben haften	Leinen enthielt 1/x der an der Baumwolle anhaftenden Menge Farbstoff
Grober Hemdenstoff	7,0 7,0	Bettuch I . . .	20,0 20,0	1/3
Bettuch gebleicht	5,0 4,5	Bettuch II . . .	20,0 30,0	1/4
Feiner Hemdenstoff I	4,5 6,0	Feiner Hemdenstoff I	20,0 16,0	1/4
Feiner Hemdenstoff I	4,5 6,0	Grober Hemdenstoff I	20,0 16,0	1/4
Feiner Hemdenstoff III	4,0 3,2 4,5 4,5	Cambric	8,0 7,5	1/2

Um auch anderes Material zu prüfen, wurden zunächst mit Rufs einige Versuche gemacht. Es wurde auf die Leinwand- und Baumwollstückchen Rufs aufgestreut, mit dem Pinsel etwas eingerieben und nun so stark als möglich abgeklopft. Jedesmal waren die Baumwollstückchen deutlich schwarz, währenddem die Leinenstückchen nur einen mäfsigen Rufsgehalt zeigten. Mit dem Auge geschätzt, war das Verhältnis etwa wie 1 : 5. Offenbar haftet der etwas fettige Rufs noch besser an der Baumwolle als wie das Safranin.

Die Versuche mit Rufs sind einmal mit Leinen Feiner Hemdenstoff I und Baumwolle Feiner Hemdenstoff I, ein zweites Mal mit Leinen Feiner Hemdenstoff III und Baumwolle Bettuch I ausgeführt.

Einige Versuche mit Ultramarin, wobei der Leinenstoff Grober Hemdenstoff mit der Baumwolle Grober Hemdenstoff verglichen wurde, ergaben eine etwa 3 mal stärkere Blaufärbung der Baumwolle als wie der Leinwand, etwa wie beim Safranin.

Zum Schlufs wurde auch mit Strafsenstaub experimentiert. Auch hier war der Unterschied ganz auffallend zu ungunsten der Baumwolle.

XIII. Haften von Bakterien.

Schon 1890 hat Hobein Versuche angestellt über die verschiedene Haftung von Bakterien an verschiedenen Kleiderstoffen [1]). Die Resultate waren, wie zu erwarten, dafs die Stoffe beim Tragen auf der Haut um so rascher bakterienreich werden, je rauher sie sind. Glatte Leinen und Baumwollstoffe sind mehrfach verglichen, im allgemeinen wurde dabei gefunden, dafs an Leinen weniger Keime haften, als an Baumwolle, wenn beide in neuem Zustande auf dem blofsen Leib getragen werden.

Meine eigenen Versuche wurden in der Weise angestellt, dafs von unserer gründlich ausgewaschenen Baumwolle und Leinwand je 2 quadratische Stückchen von 5 cm Seitenlänge glatt in die Unterkleider von Versuchspersonen eingenäht wurden.

1) Zeitschr. f. Hygiene, Bd. IX.

Vor dem Versuchsbeginn wurde ein Bad mit gründlicher Abseifung des Körpers genommen, die Haut, speziell der Brust, dabei so sorgfältig wie möglich gereinigt; hierauf neue Wäsche mit den eingenähten Versuchsläppchen, beides sterilisiert, angelegt und zwar wurde das eine Mal rechts Leinen und links Baumwolle, das zweite Mal links Leinen und rechts Baumwolle je 4 Tage lang getragen. Über Nacht wurde das Hemd in einem sterilisierten Gefäfs aufbewahrt. Die Brust wurde während der Versuchszeit nicht gewaschen. Hierauf wurden die Läppchen mit sterilisierter Pinzette gefafst, rasch herausgetrennt, und dadurch auf ihren Keimgehalt untersucht, dafs man von jedem $^1/_4$ mit 20 ccm sterilisiertem Wasser und einem sterilen Pistill je 10 Minuten lang durchknetete und mit 1 ccm der Knetflüssigkeit Agarplatten gofs, die im Brutschrank aufbewahrt wurden. Die Läppchen kamen aus der ersten Knetflüssigkeit noch in eine zweite, in der sie nochmals 10 Minuten ausgedrückt wurden und schliefslich in eine dritte, wo sie ähnlich behandelt wurden. Auch von der 2. und 3. Knetflüssigkeit wurden Platten gegossen. Nach dem dritten Kneten waren sie bereits vollständig in einzelne Fäden aufgelöst.

Das Zählen der Platten geschah nach 48 Stunden. Die gefundenen Zahlen der Keime in den einzelnen Stoffläppchen sind in Tabelle XXXIV enthalten. Dabei sei bemerkt, dafs die Zahlen immer das Mittel von 2 Kontrollplatten sind.

Das Resultat der Versuche stimmt recht befriedigend mit dem meiner ersten Versuchsreihe und im Prinzip mit den Untersuchungen von Hobein, nur sind in meinen Versuchen erstens die absoluten Zahlen etwa 10 mal so grofs wie die von Hobein, und dann ist auch das Verhältnis der beiden Werte (bei Hobein wie 100 : 123) noch günstiger für Leinen.

Immerhin möchte ich auf die Untersuchung der Unterkleiderproben keinen allzu grofsen Wert legen. Nimmt Baumwolle mehr Keime auf, so läfst sie dafür vielleicht um so weniger auf dem Körper, während unter der glatten Leinwand sich vielleicht mehr Bakterien ansammeln. Ein Versuch, durch Ab-

Tabelle XXXIV.

Leinen feiner Hemdenstoff I	Absolute Zahlen der in 25 qcm des Stoffes gefundenen Keime	Baumwolle feiner Hemdenstoff I	Absolute Zahlen der in 25 qcm des Stoffes gefundenen Keime
I. Versuch, Läppchen 1	41 980	I. Versuch, Läppchen 1	69 440
» 2	40 380	» 2	68 360
II. Versuch, » 1	26 680	II. Versuch, » 1	70 820
» 2	41 800	» 2	71 560
III. Versuch, » 1	42 560	III. Versuch, » 1	64 100
» 2	25 700	» 2	71 300
IV. Versuch, » 1	40 900	IV. Versuch, » 1	64 160
» 2	43 500	» 2	71 600
Mittel:	37 900	Mittel:	68 900

Oder wenn Leinen = 100 gesetzt wird:
100 : 182.

waschen der Haut am Ende eines 4 tägigen Läppchenversuchs und quantitative Untersuchung des Waschwassers auf Bakterien etwas in dieser Richtung festzustellen, schlug fehl — die Resultate waren ganz unregelmäfsig, was aus den verschiedensten Gründen nicht auffallen konnte.

Ich habe aber noch nach der Fragestellung des vorigen Abschnitts mit Auftragen von Staub aus einem Schulhaus und von Strafsenstaub mittels eines Pinsels auf die Leinen- und Baumwollproben mit folgendem Abklopfen untersucht, wie sich denn der Bakteriengehalt der Kleiderstoffe beim Auftragen von Staub verhalte.

Eine Vorprüfung hatte ergeben, dafs die beiden Staubsorten, die im vorigen Abschnitt Verwendung finden, mäfsig reich an Bakterien seien, und dafs sie sich also zu derartigen Versuchen recht gut eignen.

I. Versuch.

In diesem Versuch wurden je 4 sterilisierte Läppchen von 9 qcm Fläche (von jeder Stoffprobe 2) mit Strafsenstaub, genau so wie im vorhergehenden Abschnitt beschrieben, bestrichen und der Staub sorgsam abgeklopft; aus jedem Läppchen, möglichst aus der Mitte, wurden kleine 0,25 qcm-Quadrate

ausgeschnitten, in Agar gleichmäfsig geschüttelt und mit dieser Aufschwemmung Platten gegossen.

Nach 22 stündigem Verweilen im Brutschrank wurde gezählt. Es wurde folgende Keimzahl gefunden:

Tabelle XXXV.

Leinen	Absolute Keimzahl	Baumwolle	Absolute Keimzahl	Verhältnis der Mittel beider Zahlen, wenn Leinen = 1 ist
Grober Hemdenstoff	1224 1548	Grober Hemdenstoff I	2238 3666	1 : 2,1
Bettuch gebleicht	1224 1348	Bettuch II	2520 2152	1 : 1,82
Feiner Hemdenstoff I	1116 1440	Feiner Hemdenstoff I	2232 2748	1 : 1,95
Feiner Hemdenstoff III	1080 1332	Cambric	2232 1944	1 : 1,73
Feiner Hemdenstoff III	468 540	Bettuch I	1908 3276	1 : 5,14

Lassen wir beim Mittelziehen die letzte Zeile der Tabelle, wo zwei extreme Stoffe verglichen werden, aus und berücksichtigen wir nur die ähnlichen Stoffe, so ergibt sich das Verhältnis:

Leinen : Baumwolle = 100 : 190.

II. Versuch.

Die nach demselben Prinzip mit Staub behandelten Proben wurden, wie auf S. 249 angedeutet, mit sterilem Wasser ausgeknetet.

Nach 22 Stunden im Brutschrank war folgendes Wachstum zu verzeichnen:

Tabelle XXXVI.

Leinen	Absolute Keimzahl	Baumwolle	Absolute Keimzahl	Verhältnis der Mittel beider Zahlen, wenn Leinen = 1 ist.	
Grober Hemdenstoff	1400 1600	Grober Hemdenstoff I	4320 5040	1 : 3,12	Mit Strafsenstaub behandelt
Feiner Hemdenstoff I	680 800	Feiner Hemdenstoff I	2280 2240	1 : 3,05	
Feiner Hemdenstoff III	630 490	Bettuch I	3660 1900	1 : 4,95	Mit Schulstaub behandelt

Werden auch hier die Stoffe der letzten Zeile L. Feiner Hemdenstoff III und B. Bettuch I als extrem und also nicht vergleichbar weggelassen, so ergibt sich das Verhältnis:

Leinen : Baumwolle = 100 : 308.

Es haften also die Bakterien des Staubes in ähnlicher Weise besser an Baumwollstoffen als an Leinenstoffen wie der Staub selbst.

XIV. Über das relative Preisverhältnis von Leinwand und Baumwolle.

Ich habe, um Anhaltspunkte über den Handelswert von Leinwand und Baumwolle zu bekommen, die Berechnung getrennt ausgeführt für drei eingesandte Leinen- und drei eingesandte Baumwollproben, und 2. für zwei gekaufte Leinen- und vier gekaufte Baumwollproben.

Bei den eingesandten Proben waren die angegebenen Preise pro 1 qm:

		bei der zufälligen Dicke	umgerechnet auf 1 mm Dicke
Leinen	L. Betttuch ungebl.	98 Pf.	303
»	L. Betttuch gebl.	109 »	495
»	L. Feines Hemd I	128 »	609
Baumwolle	B. Betttuch II	50 »	209
»	B. Betttuch III	47 »	185
»	B. Feines Hemd I	58 »	325,

oder es verhält sich der Flächenpreis von 1 qm bei 1 mm Dicke von Leinen zu Baumwolle wie 469 : 246 oder wie 1,9 : 1.

Nun ist aber zu bedenken, dafs die Leinenstoffe ein wesentlich höheres Gewicht besitzen als die ungefähr gleichdicken Baumwollstoffe. Das Gewicht der drei Leinenstoffe verhielt sich zum Gewicht der drei Baumwollstoffe wie 1 : 0,88. Damit stellt sich das Preisverhältnis bei gleichem Gewicht wie 413 : 246 oder Leinwand ist bei gleichem Gewicht 1,67 mal teurer wie Baumwolle.

An den gekauften Stoffen kam ich zu folgenden Zahlen. Die Kosten waren pro 1 qm:

	bei der zufälligen Dicke	umgerechnet auf 1 mm Dicke
Leinwand L. Grobes Hemd .	179	689
» L. Feines Hemd III	280	1473
Baumwolle B. Bettuch I . .	100	323
» B. Grobes Hemd I	69	314
» B. Grobes Hemd II	88	400
» B. Cambric . . .	125	893,

oder es verhält sich der Flächenpreis von Leinwand zu Baumwolle bei gleicher Dicke wie 1081 : 483 oder wie 2,2 : 1. Das Verhältnis der Gewichte der Leinenstoffe zu den Baumwollenstoffen von gleicher Dicke ist im Mittel in diesem Falle wie 1 : 0,82. Hieraus berechnet sich das Preisverhältnis bei gleichem Gewicht 887 : 483 oder die Leinwand ist 1,81 mal teuerer als die Baumwolle.

Im Mittel von diesen beiden Berechnungen, die natürlich keinen absoluten nationalökonomischen Wert beanspruchen, sondern nur einen Anhaltspunkt ergeben sollen, der über den landläufigen Schätzungen liegt, wäre also Leinen bei gleicher Stoffdicke ungefähr 1,9—2,2 mal, bei gleichem Gewicht 1,7—1,8 mal teuerer wie Baumwolle. Ich will es dem Leser überlassen, ob meine Ausführungen dargetan haben, dafs der Nachteil des annähernd doppelt so hohen Preises der Leinenstoffe durch die Vorzüge der Leinwand, Festigkeit, geringe mechanische Abnutzbarkeit, Glätte, Glanz und geringe Aufnahme von Schmutz und Bakterien soweit kompensiert ist, dafs man die Leinenstoffe als durchaus preiswert bezeichnen kann. Mindestens für alle diejenigen, die in der Lage sind, gröfsere Ansprüche zu machen und gröfsere Mittel anwenden zu können.

Herrn Dr. A. Herzog, Abteilungsvorstand an der höheren Fachschule für Textilindustrie in Sorau, spreche ich auch an dieser Stelle für eine Reihe von Beiträgen und Verbesserungsvorschlägen in dem chemischen und mikroskopischen Teil der Arbeit meinen besten Dank aus.

Herrn Dr. W. Krepelka, Assistent am hygienischen Institut, der mich bei der langwierigen, mühsamen und oft schwierigen Durchführung der Arbeit stets auf das bereitwilligste und sorgfältigste unterstützte, gebührt mein besonderer Dank.

XV. Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse an glatten weifsen Leinen- und Baumwollgeweben unter Verwertung der Mittelzahlen von meist 16 Stoffen.

1. Die Flachsfaser besteht aus längeren, glätteren, sehr englumigen, die Baumwolle aus rauheren, kürzeren Fasern von etwas weiterem Lumen.

2. Leinengewebe sind luftärmer (Luftgehalt = 44 %) als Baumwollgewebe (Luftgehalt = 54 %) und deshalb bei gleichem Volumen etwa 17 % schwerer.

3. Leinengewebe sind starrer, wenig biegsam, sie behalten deshalb ihre Form sehr viel besser als gleichdicke Baumwollgewebe.

4. Entsprechend der gröfseren Starrheit bleiben appreturfreie Leinenkleider beim Tragen länger ansehnlich als Baumwollkleider.

5. Um Baumwollstoffen gleiche Starrheit zu geben wie Leinengeweben, ist eine erhebliche Appreturmenge notwendig, wodurch aber die Luftdurchlässigkeit in unerwünschter Weise vermindert wird.

6. Die neuen weifsen Leinen- und Baumwollstoffe sind meist appretiert, aber in sehr verschiedenem Mafse. In den von uns untersuchten Proben schwankt die »Appretur« (Gewichtsverlust bei 16—24 stündigem Kochen) der Leinenstoffe nur zwischen 1,2 bis 3,0 %, wogegen die Baumwollstoffe zwischen 3,1—12,9 % Appretur enthielten. Nur eine im Laden gekaufte Baumwollprobe enthielt nur 0,9 % »Appretur«.

7. Die Entfernung der Appretur gelingt durch dreistündiges Kochen, oder zweimaliges reguläres Waschen nur unvollständig, erst 3 maliges Waschen, sicherer 16 — 24 stündiges Kochen mit stündlich gewechseltem Wasser entfernt die Appretur annähernd vollständig.

8. Das Eingehen der Leinenstoffe beim Kochen war in unseren Versuchen erheblich gröfser (6,9 %) als bei den Baumwollstoffen (2,9 %), oder es verhielt sich das Eingehen von Leinwand zu Baumwolle wie 100 : 42.

9. Die Angaben der Literatur über die Zerreifsfestigkeit der Faser widersprechen sich stark. Eigene Versuche ergaben das Verhältnis Leinen : Baumwolle = 100 : 60 bei gleicher Stoffdicke. Durch Verschimmeln wird die Leinenfaser stärker angegriffen als die Baumwolle. Das Verhältnis gestaltet sich darnach aber immer noch Leinen : Baumwolle = 100 : 80. Auch Chlorwasser und Natronlauge greifen Leinwand etwas stärker an als Baumwolle.

10. Die Abnutzbarkeit der Fasern scheint von uns zum ersten Male untersucht. Die Versuche haben ergeben, dafs sich die Abnutzbarkeit der Leinwand zu der von Baumwolle bei kurzer Inanspruchnahme verhält wie 100 : 129. Bei längerer Inanspruchnahme wie 100 : 213. Der Unterschied wird mit der Fortdauer der Versuche gröfser, weil einmal entstandene Löcher rasch an Gröfse zunehmen.

11. Die Luftdurchlässigkeit der appreturfreien leinenen Stoffe ist trotz ihres kleineren Porenvolums im Durchschnitt um 50 % gröfser als wie die der appreturfreien Baumwolle. Es erklärt sich dies durch die gröberen Poren der Leinwand, während bei der Baumwolle die Poren durch wollige Härchen verkleinert und zum Teil verstopft sind. Da Baumwolle, wie wir oben sahen, viel stärker appretiert wird, so ist das Verhältnis der appreturhaltigen Stoffe oft noch ungünstiger.

12. Durch Benetzung werden dicht gewebte Leinen- und Baumwollgewebe in annähernd gleicher Weise luftundurchlässig gemacht, resp. sie werden erst bei einem sehr starken Druck, 32—36 cm Wasser, wieder luftdurchgängig.

13. Das Verhalten der Leinen- und Baumwollstoffe zur Wärme ist von uns nicht näher untersucht worden. Es läfst sich aus den Rubnerschen Aufstellungen mit Sicherheit schliefsen, dafs die luftreichere Baumwolle, in der die Luft schwerer beweglich ist, bei gleicher Stoffdicke wärmer hält als die Leinwand. Dieser verstärkte Wärmeschutz mag auf etwa 15—30 % geschätzt sein.

14. Die Wasserdampfaufnahme bei Leinen- und Baumwollstoffen erwies sich, wie zu erwarten, als nicht merklich verschieden. Es wird absorbiert von Leinen etwa 24,3—25,5 %, von der Baumwolle 23,2—22,9 %.

15. Die Aufnahme von flüssigem Wasser durch Kapillarität scheint für die Leinen- und Baumwollfaser nicht merklich verschieden. Die oft sehr verschiedenen Steighöhen in Stoffstreifen, die in Wasser hängen, werden nicht bedingt durch das Rohmaterial, sondern vor allem von einer verschiedenen Dichtigkeit der Einzelfäden. Soweit meine Erfahrungen reichen, sind Leinenfäden häufiger dicht gesponnen als Baumwollfäden, im allgemeinen wird man also bei Baumwollstoffen eine stärkere Aufsaugefähigkeit erwarten dürfen.

16. Die Adhäsion (das Ankleben) von mit Wasser durchtränkten Leinen- und Baumwollgeweben an der Haut ist nicht wesentlich verschieden, zuweilen bei glatter feuchter Leinwand etwas stärker.

17. Die über die Aufnahme von Ammoniakdampf durch Leinen- und Baumwollgewebe ausgeführten Versuche ergaben, dafs zwischen der Absorptionsgröfse von Ammoniak durch Leinwand und Baumwolle kein auffallender Unterschied besteht. Leinen absorbiert eine Kleinigkeit Ammoniakgas mehr als Baumwolle.

18. Die Glätte der Leinengewebe ist im oft gewaschenen Zustand rund 30 % gröfser als die der mehrfach gewaschenen Baumwollstoffe. Jahrelang im Gebrauch gewesene Stoffe zeigen noch die gleiche Überlegenheit der Leinwand.

19. Der gröfseren Rauhigkeit der Baumwolle entspricht ein viel besseres H a f t e n v o n S c h m u t z auf ihrer Oberfläche. Die bezüglichen Versuche liefern etwa das Verhältnis Leinen : Baumwolle = 100 : 300. Auch alte jahrelang gebrauchte Stoffe lieferten ähnliche Unterschiede. Beim Aufstreuen von Staub und nachfolgendem Zählen der anhaftenden K e i m e gelangt man zum Verhältnis Leinen : Baumwolle = 100 : 245.

20. Aus demselben Grunde ist die Bakterienaufnahme von der Haut des menschlichen Körpers durch Baumwolle gröfser

als durch Leinwand und zwar im Verhältnis Leinen : Baumwolle = 100 : 182, doch ist daraus nicht allzuviel zu schliefsen.

21. Der Preis gleicher Gewichte appreturfreier Leinen- und Baumwollgewebe verhält sich etwa wie 180 : 100 gleicher Volumina wie 190—220 zu 100. Dieser Unterschied erscheint bei der gröfseren Festigkeit (33 resp. 66 %), der gröfseren Luftdurchlässigkeit (50 %) und dem geringeren Appreturbedarf, der gröfseren Glätte (von 30 %), der geringeren Abnutzbarkeit (30 bis 100 %) und dem geringeren Staub- und Bakterienanhaftungsvermögen (um 100 bis 200 %) sehr wohl gerechtfertigt.

Es hat sich also gezeigt, dafs die Leinenfaser glattere, steifere, schwerere, luftärmere, aber luftdurchlässigere, weniger warm haltende und das Wasser häufig etwas weniger aufsaugende Gewebe liefert, so dafs sie namentlich zu folgenden Verwendungen vor Baumwolle einen Vorzug hat:

1. Zu allen Geweben, wo es auf die Ansehnlichkeit und Starrheit ankommt (Sichtbare Teile der Wäsche, manche Oberkleider u. dgl.); die Glätte und der Glanz des Leinens auch in unappretiertem Zustand übertrifft den der Baumwolle erheblich.

2. Zu Geweben, wo es auf Festigkeit und geringe Abnutzbarkeit ankommt (z. B. Segel, Kragen, Manschetten, Oberkleider, namentlich Turn- und Militäranzüge, Leinenbänder zum Binden und Schnüren, Nestel etc.).

3. Zu allen Geweben, wo es ankommt auf Glätte (Bettwäsche, besonders im Sommer, Taschentücher). Insbesondere empfindet die wunde Haut die Glätte der Leinenstoffe wohltuend, was man z. B. bei Schnupfen sofort fühlt.

4. Zu allen Geweben, welche als Oberkleider in Räumen getragen werden, wo giftiger Staub oder krankheitserregende Bakterien in der Luft schweben oder durch Anstreifen mit der Kleidung in Berührung kommen können, also z. B. in Fabriken und Krankenhäusern. Es haften an der glatten Leinwand Schmutzstoffe und Bakterien erheblich schwerer als an der rauheren Baumwolle. —

Als Leibwäsche zeigt ein dichtes Leinengewebe einem dichten Baumwollgewebe gegenüber folgende Unterschiede: Es

ist glätter, kühler und luftdurchlässiger, und saugt den Schweifs meist etwas weniger gut auf wie die Baumwolle; es ist also namentlich zu empfehlen unter Verhältnissen, wo wir leicht gekleidet sein wollen und wenig schwitzen.

Verzeichnis der benutzten Literatur.

1. Hummel-Knecht; Färberei und Bleicherei der Gespinstfasern (1891)
2. Georgievics, Dr. G. v.; Lehrbuch der Gespinstfasern, Wäscherei, Bleicherei, Färberei, Druckerei, Appretur (1898).
3. Müller, Ernst; Handbuch der Spinnerei (1892).
4. Herzfeld, Dr. J.; Die technische Prüfung der Garne und Gewebe (1896).
5. Zipser, Julius; Die textilen Rohmaterialien und ihre Verarbeitung zu Gespinsten (1905).
6. Bottler, Max; Die vegetabilischen Faserstoffe etc. (1900).
7. Reiser, Niklas; Lehrbuch der Spinnerei, Weberei und Appretur (1901).
8. Müller, Dr. Arthur; Anleitung zur Ausführung chemischer Untersuchungen.
9. Zetzsche, Franz; Die wichtigsten Faserstoffe der europäischen Industrie (1904).
10. Mense, Karl; Über das Verhalten von Kleidungsstoffen gegenüber tropfbar-flüssigem Wasser (Dissertation, München, 1890).
11. Yokote, Prof. Ch.; Über Absorption von Gasen durch Kleidungsstoffe. (Arch. f. Hyg., Bd. L.)
12. Linroth, Dr. Klas; Einige Versuche über das Verhalten des Wassers in unseren Kleidern. (Zeitschr. f. Biologie, Bd. XVII.)
13. Chelius, Otto; Über Zersetzungen in der Kleidung. (Dissertation, Marburg, 1891.)
14. Schuster, Dr. A.; Über das Verhalten der trockenen Kleidungsstoffe gegenüber dem Wärmedurchgang. (Arch. f. Hyg., Bd. VIII.)
15. Cramer, Dr. Ed., Über die Beziehung der Kleidung zur Hauttätigkeit. (Arch. f. Hyg., Bd. X.)
16. Kifskalt, Dr. C.; Über die Absorption von Gasen durch Kleidungsstoffe. (Arch. f. Hyg., Bd. XLI.)
17. Dr. Rumpel; Über den Wert der Bekleidung und ihre Rolle bei der Wärmeregulation. (Arch. f. Hyg., Bd. IX.)
18. Prof. Dr. Rubner; Über einige wichtige Eigenschaften unserer Kleidungsstoffe. (Arch. f. Hyg., Bd. XV.)

19. Prof. Dr. Rubner; Abhängigkeit des Wärmedurchgangs durch trockene Kleidungsstoffe von der Dicke der Schicht. (Arch. f. Hyg., Bd. XVI.)

20. Prof. Dr. Rubner; Thermische Studien über die Bekleidung des Menschen. (Arch. f. Hyg., Bd. XXIII.)

21. Prof. Dr. Rubner; Die mikroskopische Struktur unserer Kleidung. (Arch. f. Hyg., Bd. XXIII.)

22. Prof. Dr. Rubner; Das Strahlungsvermögen der Kleidungsstoffe nach absolutem Mafse. (Arch. f. Hyg., Bd. XVII

23. Prof. Dr. Rubner; Das Wärmeleitungsvermögen der Gewebe unserer Kleidung. (Arch. f. Hyg, Bd. XXIV.)

24. Prof. Dr. Rubner; Das Wärmeleitungsvermögen der Grundstoffe unserer Kleidung. (Arch. f. Hyg., Bd. XXIV.)

25. Prof. Dr. Rubner; Luftbewegung und Wärmedurchgang bei Kleidungsstoffen. (Arch. f. Hyg., Bd. 25.)

26. Prof. Dr. Rubner; Einflufs der Feuchtigkeit auf das Wärmeleitungsvermögen der Kleidungsstoffe. (Arch. f. Hyg., Bd. XXV.)

27. Prof. Dr. Rubner: Über den Wärmeschutz durch trockene Kleidungsstoffe nach Versuchen am menschlichen Arme. (Arch. f. Hyg., Bd. XXV.)

28. Prof. Dr. Rubner, Die äufseren Bedingungen der Wärmeabgabe von feuchten Kleidungsstoffen. (Arch. f. Hyg., Bd. XXV.)

29. Prof. Dr. Rubner; Apparat zur Demonstration der Luftdurchgängigkeit von Kleidungsstoffen. Apparat zur Demonstration der Komprimierbarkeit der menschlichen Bekleidungsstoffe. (Arch. f. Hyg., Bd. XXVII).

30. Prof. Dr. Rubner; Sphärometer mit variierbarer Belastung. (Arch. f. Hyg., Bd. XXVII.)

31. Prof. Dr. Rubner; Über die Permeabilität der Kleidungsstoffe. (Arch. f. Hyg., Bd. XXVII.)

32. Prof. Dr. Rubner; Über einige wichtige physikalische Eigenschaften der Kreppstoffe. (Arch. f. Hyg., Bd. XXVII.)

33. Prof. Dr. Rubner; Die Komprimierbarkeit der Kleidungsstoffe im trockenen Zustande und bei Gegenwart von Feuchtigkeit. (Arch. f. Hyg., Bd. XXVII.)

34. Prof. Dr. Rubner; Experimentelle Untersuchungen über die modernen Bekleidungssysteme. I. Teil. (Arch. f. Hyg., Bd. XXIX.) II. Teil. (Arch. f. Hyg., Bd. XXXI.) III. Teil. (Arch. f. Hyg., Bd. XXXII.)

35. Prof. Dr. Rubner; Über den Wert und die Beurteilung einer rationellen Bekleidung. (Sonderabdruck der Deutschen Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege.)

36. Prof. Dr. Rubner; Zur Frage der sog. Unterkleidung. (Hyg. Rundschau 1897, Nr. 7.)

37. Zur Lösung der Hautbekleidungsfrage. Herausgegeben von der Patent-Flachswirkerei Köln, Schönherr & Co.

38. Hat Schönherr sein Versprechen gehalten?

39. Grünfeld, F. V.; Das Leinen in der Kulturgeschichte und im Haushalt.

40. Stumpf, F.; Der Linnenschrein der deutschen Hausfrau sonst und jetzt (1883).

41. Das Leinen, ein modernes Aschenbrödel. Ein Beitrag zur Geschichte des Leinens etc.
42. Wiesner; Die Rohstoffe des Pflanzenreiches (1901).
43. Vétillard; Études sur les fibres vegetales (1876).
44. v. Höhnel; Die Mikroskopie der technisch verwendeten Faserstoffe. 2. Aufl. (1905).
45. Schacht; Die Prüfung der im Handel vorkommenden Gewebe (1853).
46. Reissek; Die Fasergewebe des Leines, des Hanfes, der Nessel und der Baumwolle (1852).
47. A. Herzog; Die Flachsfaser in mikroskopischer und chemischer Beziehung (1896).
48. A. Herzog; Beiträge zur Kenntnis der Flachsfaser (1898).
49. » Die Unterscheidung von Baumwolle und Leinen (1904).
50. » Über die Bastfasern aus dem Hypocotyl der Leinpflanze (1904).
51. » Zur Kenntnis des russischen Steppenflachses (1904).
52. » Absolute Querschnittsgrößen vegetabilischer Faserstoffe (1906).

Kritische und experimentelle Studien zur Aggressinfrage.

Von

Dr. med. **Hermann Friese,**

jetzt Assistent am Königlichen hygienischen Institut in Beuthen O.-S.

(Aus dem Königlichen hygienischen Institut der Universität Berlin.
Direktor: Geheimer Medizinalrat Prof. Dr. Rubner.)

In einer Abhandlung vom Jahre 1905 über Typhus- und Choleraimmunität (1) äufsert Bail ernste Bedenken gegenüber der allgemein behaupteten hohen Bedeutung der Bakteriolyse zum Zustandekommen der nicht antitoxischen Immunität. Ausgehend von Untersuchungen über Milzbrand und fufsend auf den Arbeiten anderer, welche speziell für die Hämolyse ein Versagen des Immunkörpers oder des Komplements durch Zusatz von Organzellen zum Serum behaupten, und im Gegensatz zu v. Dungern und Wilde, die in diesem Vorgange nur eine Wirkung von toten Körperbestandteilen sehen wollen, glaubt Bail eine ganze Anzahl von Gründen dafür zu haben, dafs ähnliches auch im lebenden Tierkörper gegenüber Bakterien vorkommen müsse. Hier knüpft er an die Untersuchungen von Hoke an (2), der im Reagensglas eine Verminderung oder Aufhebung der Serumbakterizidie bei Zusatz von Organzellen konstatiert und diese Erscheinung als ein Versagen des bakteriziden Immunkörpers oder des Komplements gedeutet hat. Diese Reagensglasversuche werden von Bail gewissermafsen auf den lebenden Tierkörper übertragen.

Als Beleg seiner Ansicht brachte er Kaninchen eine offenbar ausreichende Menge Typhusimmunserum und zugleich lebende Typhusbazillen in die Blutbahn, untersuchte nach verschiedener Zeit die Organe auf ihren Keimgehalt und fand, dafs die Bazillen trotz des Immunserums in den Organen lebend bleiben, und dafs kein wesentlicher Unterschied Tieren gegenüber bestehe, welche Bazillen allein ohne Serum erhalten hatten. Die Art der Keimzahlbestimmung nach der Plattenmethode durch Auszählung, nachdem das als Ausgangsmaterial dienende Organstück lediglich nach dem Augenmafs abgeschätzt war, kennzeichnet der Autor selbst als verhältnismäfsig ungenau; immerhin aber mögen die Tabellen beweisen, dafs trotz der Einführung sehr grofser Mengen wirksamen Immunserums eine stärkere Keimvernichtung unter den gegebenen Bedingungen innerhalb der Gewebe des Kaninchenkörpers nicht eintritt. Der Widerspruch zwischen bakterizidem Reagensglas- und Tierversuch tritt nach Bail, wenn auch nicht in allen Fällen, so doch mitunter deutlich hervor bei den Untersuchungen von Pleuraexsudaten von Kaninchen, die Typhusbazillen in die Brusthöhle injiziert erhalten hatten und mit Immunserum behandelt waren. Es zeigte sich da, dafs namentlich das von Zellen befreite Exsudat bakterizide Wirkung im Glase entfalten konnte, obzwar es im Tiere Wachstum zugelassen hatte (1, S. 300). Das Gesamtergebnis wird dahin zusammengefafst, »dafs Typhusbazillen, die einmal in die Organe von Kaninchen und Meerschweinchen gelangt sind, nur verhältnismäfsig langsam daraus verschwinden; die Einspritzung selbst grofser Mengen bakteriolytischen Immunserums vermag das Verschwinden innerhalb der Grenzen der vorliegenden Versuche in keiner Weise zu beschleunigen, obwohl das Serum solcher Tiere aufserhalb des Körpers Eigenschaften aufweist, wie sie zur Erzielung stärkerer Keimvernichtung geeignet erscheinen«. Daraus folgert Bail unmittelbar, dafs die Bakteriolyse im Innern des Gewebes eines tierischen Körpers auch nicht entfernt so wie im Reagensglase (und der Bauchhöhle von Meerschweinchen) stattfinden könne (1, S. 303 ff).

Während er dieses zunächst für Typhus behauptet, kommt Bail zu ganz anderen Ergebnissen bei seinen Studien über Cholera: Die in die Blutbahn von Kaninchen eingeführten Choleravibrionen verschwanden bei Anwendung nicht zu grofser Mengen, gleichgültig ob dabei Immunserum angewendet wurde oder nicht, binnen 3 Stunden aus dem Blute (1, S. 305). Auch wiesen die intrakardial mit Vibrionen und Immunserum behandelten Meerschweinchen entweder keine Vibrionen in den Organen auf, oder wenigstens war hier der Keimgehalt wesentlich niedriger als bei den nicht mit Serum behandelten Kontrollen (1, S. 306 ff.). Die Übereinstimmung zwischen bakterizidem Reagensglas- und Tierversuch geht demnach hier viel weiter; hier bestreitet auch Bail die Bedeutung der keimtötenden Eigenschaften der Körperflüssigkeiten in vivo nicht, sondern er bezeichnet das strömende Blut als das Gebiet der Wirksamkeit der Bakterizidie (1, S. 310).

Der Vergleich zwischen dem Verhalten der Typhusbazillen und der Choleravibrionen im Tierkörper veranlafst Bail zu der Folgerung, dafs aber auch im strömenden Blute die Grenze für die Wirksamkeit der Serumbakterizidie gegeben sei. Mit anderen Worten: Vermag ein Keim über das strömende Blut hinaus in die Gewebe des Körpers vorzudringen, so höre die Bakteriolyse auf. Damit kommt er wieder zu dem Schlusse, dafs wirklich die Bakterizidie im immunen Körper kein allgemeiner, sondern nur ein unter bestimmten Bedingungen eintretender Vorgang sei. Im Anschlusse hieran wird der Pfeiffersche Versuch gedeutet »als eine in den Tierkörper verlegte und hier durch besondere Umstände, wie im Blute von Choleratieren, ermöglichte Reagensglaserscheinung« (1, S. 317).

Für diese Auffassung glaubt Bail drei Beweise zu haben:

I. Der Metschnikoffsche Versuch. Die Voraussetzung desselben ist ein durch Reizung des Peritoneums hervorgerufener Leukozytenafflux. Hierdurch sollen selbst Choleravibrionen in der Bauchhöhle des Immuntieres nicht durch Bakteriolyse, sondern durch Phagozytose zugrunde gehen. Der Metschnikoffsche Versuch ist vielumstritten, und es möge hier genügen, auf die von Friedberger(3) zitierte Literatur hinzuweisen. Gelingt

der Versuch, bleibt somit die aufserhalb von Zellen erfolgende Bakterienvernichtung aus, und lebt das Tier trotzdem weiter, so soll dies beweisen, dafs die Bakteriolyse nicht die Ursache der Immunität sei (1, S. 316). In diesem Sinne führt Bail einige Parallelversuche nach Metschnikoff und Pfeiffer an, welche dem geforderten Ideal sehr nahe kommen sollen (1, S. 324 ff.), d. h. das Tier werde nicht durch Bakteriolyse, sondern durch Phagozytose gerettet.

II. Einen weiteren Beweis glaubt Bail allerdings nur für Typhusbazillen, nicht aber für Cholera haben führen zu können (1, S. 317). Es sei möglich, dafs bei geeigneter Versuchsanordnung die Bakterienauflösung trotz reichlichster Serummengen ausbleibt und durch nichts anderes zu ersetzen ist, das Immunserum mithin keinen Schutz verleiht. Dieses sei der Fall bei solchen Typhusbazillen, welche ohne vorherige Züchtung auf künstlichem Nährboden direkt von einem der Infektion erlegenen Tiere gewaschen auf ein anderes übertragen werden. Solche werden von Bail als »tierische Bazillen« bezeichnet (1, S. 333 ff.).

III. Der wichtigste Beweis ist in mancher Hinsicht eine Umkehrung des ersten: Es sei möglich, ein passiv immunes Tier trotz eintretender Bakteriolyse mit untertödlichen Bazillenmengen zu töten.

Damit wird in die Lehre von den Aggressinen eingetreten. Diese geht auf Kruse(8) zurück, welcher allerdings ursprünglich den Ausdruck »Lysine« dafür wählte. Die Bailsche Schule versteht unter den aggressiven Eigenschaften gewisser Bakterien die Fähigkeit derselben, die Schutzkräfte des Organismus zu überwinden und infolgedessen sich in dem Körper festzusetzen und diesen womöglich zu durchwuchern. Diese aggressiven Eigenschaften könne man sich als Stoffe vorstellen, welche von den Bakterien nach Art eines Toxins erzeugt würden (1, S. 340). Den Aggressinen käme weniger allein, vornehmlich aber in Verbindung mit den zugehörigen Keimen (4, S. 307 Anm.), eine negativ chemotaktische Wirkung auf die Leukozyten zu; und gerade damit würden die Schutzkräfte des Organismus überwunden. Die Vorstellung von den aggressiven Eigenschaften gewisser Bakterien

hält die Bailsche Schule unbedingt aufrecht; sie gibt nur das Hypothetische der Auffassung zu, diese Eigenschaften als Stoffe betrachten zu dürfen (4, S. 307). Die Aggressine an sich sollen so gut wie ungiftig sein (1, S. 357). Durch Vorbehandlung von Tieren mit ihnen könne man eine von der bakteriziden verschiedene Immunität erzeugen (1, S. 342). Bei dieser durch die Bildung von Antiaggressinen hervorgerufenen Aggressinimmunität läuft es im wesentlichen darauf hinaus, dafs durch Leukozytenafflux die eingeführten Bakterien unschädlich gemacht werden. Diese Immunität könne sowohl eine aktive als auch eine durch das Serum des aktiv immunisierten Tieres übertragene passive sein. Es erübrigt noch, einige Eigenschaften aggressiver Flüssigkeiten hervorzuheben: Aggressive Typhusexsudate sollen mit dem entsprechenden Immunserum Niederschläge geben (1, S. 341 Anm.). Die Aggressine seien ziemlich hinfälliger Natur und $^1/_2$ stündige Erwärmung auf 50—60° vertrügen sie nicht mehr, selbst Sterilisation der aggressinhaltigen Exsudate mit Chloroform, Toluol oder kleinen Mengen Karbolsäure vermöge sie zu schwächen (1, S. 356/57).

Natürlich sind nicht alle Bakterien in gleicher Weise aggressiv im Sinne Bails; und bei der Klassifikation derselben in drei Rubriken, nämlich 1. reine oder obligat invasive Parasiten, 2. Halbparasiten oder fakultativ invasive Parasiten, 3. Saprophyten, wird der Ausdruck »invasiv« fast synonym mit dem Begriffe »aggressiv« gebraucht. Am meisten aggressiv sind demnach im allgemeinen die Septikämieerreger und fast gar nicht die Saprophyten.

Schwieriger ist die Abgrenzung der keineswegs sich deckenden Begriffe der Aggressivität und der Virulenz. Das Verhältnis wird von Bail einerseits erläutert am Tetanusbazillus, dessen Virulenz infolge grofser Giftigkeit seines Toxins sehr hoch, dessen Aggressivität aber bei fast fehlendem invasiven Charakter minimal ist; anderseits wird hingewiesen auf den Choleravibrio, wo die Aggressivität wesentlich niedriger liegt als die Virulenz, da zwar Krankheit und Tod der Versuchstiere schon mit relativ

niedrigen, aktive Vermehrung in den Organen nur mit weit größeren Mengen Kulturmaterial erzielt werden kann (4, S. 306).

Im vorstehenden ist schon angedeutet, was über die Gewinnung der Aggressine angegeben wird: Sie seien nämlich enthalten in den durch Bakterienwirkung im Tierkörper hervorgerufenen pathologischen Flüssigkeiten, wie Ödemflüssigkeiten z. B. bei Milzbrand (1, S. 341) oder in den Exsudaten seröser Höhlen entsprechend geimpfter Tiere.

Will man möglichst reine Aggressine im Sinne Bails gewinnen, so erscheint es nicht ganz leicht, die Exsudate von den in ihnen enthaltenen Bakterien zu befreien. In ausgiebiger Weise wendet hierzu Bail die Zentrifuge an, greift aber auch weiterhin zu chemischen Mitteln, wie Phenol oder Chloroform. Eine genauere Vorschrift gibt Kikuchi in seinen Untersuchungen über den Dysenteriebazillus(5): Das gesammelte Exsudat wird ungefähr 4 Stunden zentrifugiert; unter Umschütteln werden einige Tropfen Toluol zugesetzt und das Ganze 4 Stunden im Eiskasten belassen; schliefslich wird das Exsudat von dem Boden des Gefäfses mittels Pipette entnommen und das etwa gelöste Toluol in offener Schale verdunstet. Weil(6) klärte bei seinen Arbeiten über Hühnercholera das bakterienhaltige, eventuell durch Papier filtrierte Exsudat durch Zentrifugieren; dabei setzte er mit Vorteil vorher $^1/_2$% Phenol zu und erhitzte das Ganze nicht länger als 3 Stunden auf 44°. Salus(7) liefs bei seinen Versuchen mit Bact. coli das Toluol 2—3 Tage auf die Exsudate einwirken.

Die den Aggressinen zugeschriebene Wirkung wird von Bail in vier Thesen zusammengefafst, die sich zunächst auf Typhus und Cholera beziehen (1, S. 342), weiterhin aber in allgemeinerer Fassung gegeben werden(9):

1. Unter dem Einflusse aggressiver Flüssigkeiten werden sonst untertödliche Bakterienmengen zu tödlichen.
2. Bei Anwendung einfach tödlicher Bakterienmengen wird sowohl der Infektionsverlauf als der Sektionsbefund ein anderer, und zwar schwererer, als nach der Bakterienzahl allein zu erwarten wäre.

3. Aggressive Flüssigkeiten beeinträchtigen die schützende Wirkung bakteriolytischer Immunsera.
4. Vorbehandlung von Tieren mit völlig keimfreien aggressiven Flüssigkeiten erzeugt eine Immunität, die sicher nicht bakterizid ist.

Diese dritte These deckt sich fast mit der oben unter III zitierten Behauptung: Es sei möglich, ein passiv immunes Tier trotz eintretender Bakteriolyse mit untertödlichen Dosen Bazillenmengen zu töten, richtet sich also ebenso wie These 4 direkt gegen die Bedeutung der Bakteriolyse zum Zustandekommen der Immunität. — Es erübrigt, die grofse Anzahl Einzelversuche zu besprechen, welche zur Stütze dieser Behauptungen angeführt werden. Wenn dabei auch mitunter von einer totalen Entfernung der infizierenden Keime aus den zu den Versuchen verwendeten Exsudaten Abstand genommen wurde, so mufs doch anderseits eine vielfach hier als Ausgleich getroffene Versuchsanordnung gebührend berücksichtigt werden, nach welcher die Kontrolltiere wesentlich höhere Dosen Infektionsmaterial erhielten als die eigentlichen Versuchstiere.

Bemerkenswert für die Verallgemeinerung der Theorie erscheint folgender Passus: »Der Organismus der Versuchstiere kann unmöglich auf die Einspritzung jedes Bazillus jedesmal anders reagieren; er kann normalerweise nur Schutzvorrichtungen gegen das Eindringen von Bakterien überhaupt, nicht gegen die Infektion mit besonderen Bakterien besitzen. (9) — Es ist nicht klar, worauf dieser Schlufs Bails fufst. Doch ist hier nicht der Ort zu kritischen Aufserungen, sondern es soll zunächst das Wesentliche der Aggressintheorie mit möglichster Objektivität zusammengestellt werden, wobei der Ausdruck »Aggressin« vorläufig beibehalten werden soll.

Da ist es wichtig, dafs Bail selbst seine Lehre auf die Tuberkulose ausdehnt: Zwar erkennt er eine Giftwirkung von Tuberkelbazillen bei Meerschweinchen an(10), erklärt aber den akuten Tod bereits tuberkulöser Meerschweinchen durch Reinfektion mit Tuberkelbazillen als Aggressinwirkung. Der Tuberkelbazillus an sich bilde Aggressin in dem Körper dieser

Tiere, welches dann kombiniert mit der bei einer Reinfektion neu zugeführten Bazillenmenge im Sinne der ersten These den akuten Tod herbeiführt. Das Exsudat der auf diese Weise getöteten Tiere könne dann wieder Aggressinwirkung entfalten, d. h. kombiniert mit Bazillen den akuten Tod herbeiführen. ([11]) Wahrscheinlich von gröfserer Bedeutung sind Bails Versuche aktiver Immunisierung mittels keimfrei gemachten Milzbrandödems. Kaninchen sollen schon nach einmaliger, sicher nach wiederholter Einspritzung von 2—5 ccm ausgiebigen Schutz gegen virulenten Milzbrand erhalten, das Serum so immunisierter Schafe und Kaninchen hohen Schutzwert besitzen, und Bruchteile von 1 ccm, intravenös eingeführt, normale Kaninchen vor subkutaner Infektion von ca. 1000 Bazillen schützen. Weniger günstig war der Erfolg an Mäusen und an passiv immunisierten Meerschweinchen. Der Charakter des Schutzserums sei kein bakterizider. ([12]) Von Kikuchi wird die Lehre von den Aggressinen auf den Dysenteriebazillus übertragen. ([5]) ([15]) ([16]) Mit sehr grofsen Dosen fast avirulenter Stammkulturen wurden Meerschweinchen getötet und deren Exsudat, zentrifugiert und sterilisiert, weiter verwandt zur Kombination mit untertödlichen Bazillenmengen im Tierversuch. In vielen Fällen war dann das Resultat der Tod des Tieres; es kamen aber auch Fälle vor, in denen die mit Aggressin und Bazillen geimpften Tiere ebensogut überlebten wie diejenigen, welche Bazillen allein erhalten hatten. Das wird dann als Fehlen der Aggressivität gedeutet (5, S. 391). Hervorgehoben wird die grofse Hinfälligkeit der Aggressine gegen Erwärmen (5, S. 399). Ein gewisser Rest der Aggressinwirkung soll aber sogar einer $^1/_2$ stündigen Erwärmung auf 55—60° widerstehen können, und solche Exsudate noch zur Immunisierung geeignet sein (5, S. 400). Diesen aggressinhaltigen Exsudaten käme aufser ihrer Aggressivität noch eine Giftwirkung zu (5, S. 398). Kleine Dosen bis zu 1 ccm würden zwar von Meerschweinchen vertragen; erst gröfsere Mengen, 2 ccm und darüber, könnten diese Tiere töten (5, S. 405). Viel empfänglicher gegenüber dieser Giftwirkung sollen mit Ausnahme einzelner besonders disponierter Individuen im allgemeinen Kaninchen sein. In ganz

kleinen Dosen mit den an Meerschweinchen gewonnenen, selbstverständlich sterilisierten Exsudaten behandelt, gehen sie zugrunde und zwar unter höchst charakteristischen Lähmungen, eine Erscheinung, welche ausschliefslich als Giftwirkung gedeutet wird. Aggressive Eigenschaften und Giftwirkung brauchen dabei nicht vollständig parallel zu gehen. Kikuchi sagt selbst: »Das Fehlen aggressiver Eigenschaften bei hervortretender Giftigkeit eines Exsudates, sowie die viel stärkere Schädigung der ersteren bei Erwärmen auf 60° C bildet einen Hauptgrund dafür, Gift und Aggressin vorläufig wenigstens als im Exsudat nebeneinander vorhanden anzunehmen (5, S. 409).« Somit verglich Kikuchi »die Wirkung des Exsudates auf Kaninchen in bezug auf sein Gift und auf Meerschweinchen hinsichtlich seiner Aggressinwirkung (5, S. 409)«. Bezüglich dieser letzteren entsprechen also seine Resultate im allgemeinen der ersten These. Als leicht gilt es für ihn, Meerschweinchen gegen Dysenterie mittels Aggressinen aktiv zu immunisieren und Kaninchen gegen die Giftwirkung; schwieriger sei es, ein schützendes Serum von den so immunisierten Meerschweinchen zu gewinnen (5, S. 411). Bemerkenswert ist ferner die Arbeit von Weil über Hühnercholera([6]), da sie in manchen Punkten Abweichendes von dem bisher Angeführten bringt. Zwar hinsichtlich der Kombination untertödlicher Bazillendosen mit aggressiven Flüssigkeiten deckt sie sich zunächst mit dem von anderen Gesagten. Gewonnen wurden die Exsudate aufser an Meerschweinchen meistens durch intrapleurale Infektion von Kaninchen. Da für diese Tiere aber die minimalste Menge des sehr virulenten Hühnercholerastammes tödlich war, so wurden zu den eigentlichen Versuchen die resistenteren Meerschweinchen verwandt, von denen grofse Tiere auf subkutane Injektion kleiner Bazillendosen nur mit lokalen Erscheinungen, wie Infiltraten und Abszessen, reagierten. Interessant ist nun eine an einem solchen Tiere demonstrierte Variation des vielgenannten »Aggressinversuches« (6, Versuch 5, Meerschw. IX). Dieses Meerschweinchen hatte offenbar eine subkutane Infektion mit Hühnercholerabazillen überstanden; es fand sich an der Injektionsstelle ein nach aufsen durchgebrochenes

Infiltrat im Beginn der Nekrose, in dem offenbar aber noch lebende Bazillen vorhanden waren. Auf intraperitoneale Injektion von $3\frac{1}{2}$ ccm sterilen Kaninchenexsudates ging nun das Tier prompt ein, was eben als ein Zusammenwirken von Bazillen mit dem diesesmal hinterher beigebrachten Aggressin im Sinne des oft erwähnten sogenannten Aggressinversuches analog der ersten These erklärt wird. Weiterhin berichtet Weil über seine Immunisierungsversuche an Kaninchen und Vögeln mittels seiner aggressinhaltigen sterilen Exsudate. Dabei trete bei jenen eine Art Überempfindlichkeit auf, bis die Tiere das ganze Exsudat verarbeitet haben. Wage man vordem eine infizierende Injektion, so komme es zu einer Summation von Bazillenwirkung mit dem noch in den Säften kreisenden Aggressin, und die Tiere erliegen. Berücksichtigt man dieses, so soll die Immunisierung ungemein einfach sein, wofür ein Beispiel genügen mag: Es wurde einem Kaninchen $\frac{1}{2}$ ccm steriles Exsudat beigebracht, nach 8 Tagen $1\frac{1}{2}$ ccm, nach weiteren 8 Tagen 3 ccm und nach 14 Tagen verlief die Infektion mit Hühnercholerabazillen an diesem Tiere negativ. Toxisch wirkte das sterile Exsudat auf den Kaninchenorganismus gar nicht (6, S. 427/8). Solche Immuntiere vertrügen auch die Infektion mit nicht sterilem, aggressinhaltigen Exsudat, welches nach der ersten und zweiten These den allergefährlichsten Impfstoff darstellt, sie bekämen aber dann Infiltrate, von denen sie sich nur sehr langsam erholten. Als abweichend von dem früher Zitierten ist nun folgendes auffällig: Die Immunität beruhe nicht auf Phagozytose. Von Bakteriolyse könne schon deshalb keine Rede sein, weil bei dem hochimmunen Tiere post infectionem noch lebende Bazillen nach Monaten nachzuweisen seien (6, S. 430). Auffällig ist auch, dafs Weil, um als Ausgangsmaterial viel Exsudat zu erhalten, die Infektion mit sehr geringen, für Kaninchen natürlich tödlichen Bakterienmengen vornahm (6, S. 414). Ganz im Gegensatz hierzu arbeitete Salus(7), um die pathologischen, aggressinhaltigen Exsudate von Meerschweinchen zu gewinnen, mit aufserordentlich massiven Dosen von Bacterium coli. Den Verlust eines Tieres lediglich durch Aggressin hatte er nie zu beklagen. Nach der letzten immunisierenden Injektion wartete

er 10 Tage bis 3 Wochen bis zur Prüfung mittels Infektion. Seinen Angaben nach besteht — als Ausdruck naher Verwandtschaft zwischen Bacterium coli und Bacterium typhi — zwischen den Aggressinen dieser Bakterien, die anderen Bakterien gegenüber streng spezifisch wirken sollen, vollkommene Reziprozität, d. h. der verliehene Schutz sei wechselseitig, und ebenso trete die maligne Wirkung eines Koliaggressins auch bei Kombination mit Typhusbazillen auf und umgekehrt. Wenn weiterhin über sogenannte passive Aggressinimmunität gesprochen werden soll, so sind hier wiederum Arbeiten von Weil über Hühnercholera zu erwähnen.[12][13] Der Schutz erstrecke sich auf Kaninchen, Hühner, Tauben, und zwar schütze das Serum in Dosen, die zwischen $^1/_{10}$ und 1 ccm liegen. Gleichzeitig sollen die Versuche zeigen, dafs diese Immunität nicht, wie es bei den bakteriziden Seras der Fall ist, am stärksten gegen den Stamm schützt, mit dem sie erzeugt wurde. Bakterizidie finde in dem auf diese Weise immunisierten Tiere überhaupt nicht statt, sondern die eingeführten Keime vermehren sich in demselben und bleiben virulent, obwohl das immunisierte Tier geschützt ist. Wird ein solches intraperitoneal geimpft, so trete schliefslich starke Leukozytose auf aber keine nachgewiesene Phagozytose. Schliefslich ist noch eine Arbeit von Weil und Nakayama[14] zu erwähnen, in der behauptet wird, dafs der Heubazillus in der Bauchhöhle von Mäusen und Meerschweinchen ein Aggressin bilde, welches zu weiteren Tierversuchen verwandt im Verein mit weit untertödlichen Bazillendosen diese Tiere tötet. Das Aggressin selbst wurde nämlich durch Einführung von zwei Heubazillen-Agarkulturen in die Bauchhöhle eines Meerschweinchens gewonnen, worauf das Tier zugrunde ging. Bei intraperitonealer Impfung mit Heubazillen allein trete eine starke Phagozytose auf, eine geringere aber bei Kombination derselben mit dem zugehörigen Aggressin. Dafür sollen nun auch Versuche in vitro sprechen: Gibt man z. B. in ein Gläschen drei Tropfen einer durch Aleuronatinjektion gewonnenen Leukozytenaufschwemmung, ebensoviel Heubazillenemulsion und $^1/_2$ ccm des zentrifugierten Exsudates, so trete hier Phagozytosebehinderung auf, während in einem Kon-

trollröhrchen, wo statt des Exsudates Kochsalzlösung verwandt wird, die Phagozytose lebhaft sei. Nach den Autoren tritt die Phagozytosebehinderung aus dem Grunde auf, weil wahrscheinlich das Aggressin zusammen mit den Bazillen eine Schädigung der Leukozyten bedingt, deren Endeffekt die Auflösung derselben sei.

Hinsichtlich der Erzeugung von Aggressinimmunität gegen Pest bei Tieren hat mir bis jetzt nur ein Hinweis auf künftige Veröffentlichungen von Hueppe und Kikuchi bei Bail(9) vorgelegen.

Diese Zusammenstellung von Arbeiten über die Aggressinlehre macht aber einige sich daran knüpfende theoretische Erörterungen nicht überflüssig: Wie sich das Aggressin vornehmlich gegen die Leukozyten richten soll, so behauptet umgekehrt Kikuchi(15), dafs das Dysenterieaggressin durch Behandlung mit Leukozyten seine Wirkung vollständig einbüfse. Anderseits wird die negativ chemotaktische Wirkung des Aggressins auf die Leukozyten als ein wesentlicher Faktor hervorgehoben zur Erklärung der dritten These, deren Voraussetzung eine Kombination von bakterizidem Immunserum, Aggressin und Bazillen im Tierversuche ist. (4, S. 315; 5, S. 393/4.) Hier wird es speziell bei Cholera als so gut wie sicher betrachtet, dafs es sich bei der Aggressinwirkung um eine Vergiftung handele. Zwar wird nicht behauptet, dafs das aggressive Exsudat selbst giftig wäre, sondern dafs das Gift in den Bazillen enthalten sei und durch deren Auflösung frei werde. Dabei wird aber weiter folgendes angenommen: Es stürbe nämlich ein nur mit Choleraimmunserum behandeltes und mit Vibrionen geimpftes Tier deshalb nicht, weil hier — also in dem gewöhnlichen Pfeifferschen Versuche — die Leukozyten in einer Beziehung zur Zerstörung des durch Bakteriolyse frei gewordenen Giftes ständen. Bei einer Versuchsanordnung aber im Sinne der dritten These — Kombination von Immunserum, Bazillen und Aggressin — stürbe das Tier infolge der negativen Chemotaxis des Aggressins auf die Leukozyten eventuell bei ungehinderter Bakteriolyse, eventuell sogar mit keimfreier Bauchhöhle nach vollkommen abgelaufener Bakteriolyse, ja womöglich um so früher, je mehr Immunserum es erhalten

hat. Die durch den Zerfall der Bazillen frei gewordenen Gifte könnten eben hier nicht unwirksam gemacht werden, da durch das Aggressin die Leukozyten ferngehalten würden. Eine sehr wesentliche Leukozytenwirkung nimmt daher auch Bail für das Zustandekommen des gewöhnlichen Pfeifferschen Versuches an.

Weiterhin wird die durch die Pasteursche Schutzimpfung erzeugte Immunität als identisch mit der sogenannten Aggressinimmunität erachtet (1, S. 371/2). Um letztere zu erzeugen, müsse man die aggressive Wirkung des Bazillus in den Körper hineinbringen, entweder, wie oben auseinandergesetzt ist, nach Bail und seinen Mitarbeitern in Form pathologischer Exsudate, oder man müsse dem Bazillus einen Teil seiner Aggressivität nehmen und zum Halbparasiten machen. Das letztere geschehe bei dem Pasteurschen Verfahren der Immunisierung mittels abgeschwächter Kulturen, z. B. durch Züchtung des Milzbrandbazillus bei 42°. So würde der Bazillus zum Halbparasiten, der zwar noch aggressiv wirke, aber nicht genügend, um unbeschränkte Vermehrung und damit den Tod des Tieres hervorzurufen, aber genügend zur Ausbildung antiagressiver Fähigkeiten im Organismus und damit zur Erzeugung von Immunität gegen ein aggressiveres Vaccin. Derselben Anschauung schliefst sich Weil rückhaltlos an. (6, S. 426.)

Damit betrachtet Bail gewisse Charaktere eines Bakteriums als variable Gröfse. Wenigstens sind seine Versuche an Choleravibrionen und die Kikuchis mit Dysenteriebazillen (4 u. 15) in der ausgesprochenen Absicht gemacht, durch dauernden Aufenthalt des betreffenden Keimes im Tierkörper, d. h. durch serienweise Überimpfung von Tier zu Tier ohne Züchtung zwischenhindurch auf künstlichem Nährboden, gewisse Eigenschaften der Bakterien zu modifizieren, in diesem Falle dieselben aggressiver zu machen. Im Einklange hiermit steht folgender Passus: »Es liegen hier Probleme von grofser allgemeiner Bedeutung vor: biologisch die Frage der Anzüchtung und eventuell Vererbung nicht ganz neuer aber gesteigerter Eigenschaften, für die Pathologie und Hygiene die Frage, ob ein Krankheitserreger bei andauernder Kontagion seinen In-

fektionswert durch Übergang vom Halbparasiten zum Parasiten steigern kann« (4, S. 325). An einer anderen Stelle heifst es: »Es erscheint möglich, dafs ein Halbparasit zum echten Parasiten, aber auch, dafs ein reiner Saprophyt Halbparasit und damit erst Krankheitserreger werden kann. Ob letzteres heutzutage wirklich vorkommt, d. h. ob neue Infektionskrankheiten bei Tieren oder Menschen entstehen, mag fraglich bleiben; dafs sich im Versuche derartiges ermöglichen läfst, kann bereits jetzt mit genügender Wahrscheinlichkeit ausgesagt werden.« (4, S. 370/1.)

Der Bailschen Lehre ist vielfach widersprochen worden. Aber aufser den Abhandlungen dieser Art stehen noch eine grofse Anzahl neuerer Arbeiten mit dieser Theorie in irgendwelchem Sinne in Beziehung. Derartige Abhandlungen sollen hier nach folgenden Gesichtspunkten gruppiert werden:

I. Der Bailsche Aggressinversuch wird als der Effekt zweier an sich untertödlichen, in ihrer Wirkung sich summierenden Gifte angesehen. Hierher gehören die Publikationen von Dörr ([17], [18]). Wenn er ursprünglich in seiner gegen Kikuchi gerichteten Arbeit ([17]), dem er die ganz verschiedene Virulenz gerade der Ruhrerreger vorhält, in dem Aggressinversuch zum grofsen Teil eine Toluolgiftwirkung sieht, so ist er wohl neuerdings selbst von dieser Ansicht abgekommen ([18]), hält aber daran fest, dafs es sich eben in diesem Aggressinversuche lediglich um eine Summation von an sich untertödlichen Giften handele, wobei die sehr verschiedene Resistenz der einzelnen Tiere mit in Betracht kommt. Er nimmt dabei eine gewisse Giftigkeit der Exsudate an sich an und bestreitet eine Spezifität der Aggressinwirkung. Man könne daher auch mit demselben Effekt ein Aggressin mit einer untertödlichen Dosis einer anderen pathogenen Bakterienart im Tierversuche kombinieren. Den Beweis dessen unter Voraussetzung genau bestimmter und konstanter Virulenz der betreffenden Bakterienstämme, sowohl des Aggressin liefernden als auch des zum Versuche zu verwendenden, experimentell zu führen, kann nicht leicht sein. Dörr selbst fafst die Ergebnisse seiner Untersuchungen folgendermafsen zusammen: »1. Die durch Bakterien (Choleravibrionen, Typhusbazillen. Dysenteriebazillen,

Staphylokokken) erzeugten Peritonealexsudate enthalten variable Mengen gelöster, durch spezifische Präzipitine nachweisbare Bakteriensubstanzen; sie führen zur Entwicklung derselben Immunkörper, so dafs kein Grund besteht, die toxische Wirkung solcher Exsudate von der der darin gelösten Bakteriensubstanzen zu differenzieren. 2. Es wäre daher möglich, dafs derartige Exsudate eine infektionsbefördernde Wirkung besitzen analog den Bakterienextrakten und Bakteriengiften. 3. Der experimentelle Nachweis einer solchen Infektionsbeförderung wird jedoch sehr erschwert, ja ist einwandsfrei kaum zu bringen, weil die individuelle Disposition der Versuchstiere gegen subletale Dosen lebender Bakterien eine aufserordentlich variable ist. Die nicht genügende Berücksichtigung dieses Umstandes täuscht bei kleineren Versuchsreihen leicht Erfolge in der einen oder anderen Richtung vor.« (18, S. 596.)

II. Von Pirquet und Schick(19) deuten den Bailschen Aggressinversuch im Sinne ihrer Überempfindlichkeitstheorie. Sie glauben nicht, dafs es nötig sei, zur Erklärung der Wirkung solcher pathologischer Exsudate eine bakterielle Substanz anzunehmen, sondern sie stehen auf dem Standpunkt, dafs die Reaktionsprodukte des Organismus vollkommen ausreichen, um die einschlägigen Phänomene hervorzurufen. Denn man finde dieselbe Überempfindlichkeit der Versuchstiere auch bei wiederholter Injektion nicht vermehrungsfähiger Substanzen, z. B. dem Serum einer anderen Tierspezies oder dem Aktiniengift nach Richet. Ferner gehen tuberkulöse Meerschweinchen bei Reinfektion mit grofsen Dosen Tuberkelbazillen zwar akut zugrunde, sie sind aber bei Reinfektion mit kleinen Dosen imstande, den Prozefs zum Abheilen zu bringen, während die Hauptkrankheit weitergeht. Wenn Bail nun angibt, dafs das tuberkulöse Meerschweinchen mit Aggressin überschwemmt sei, so ist es ganz unerklärlich, wieso die zweite Infektion günstiger verläuft als die erste. Unverständlich sei auch die Bailsche Hypothese insofern, als es auch gelingt nach Reinfektion mit abgetöteten Tuberkelbazillen den akuten Tod der tuberkulösen Meerschweinchen zu erzeugen. Die Autoren erklären also den Aggressin-

versuch analog ihrer »Serumkrankheit«; und nur mit geringer Modifikation in den theoretischen Anschauungen wird von ihnen in einer weiteren Publikation ([20]) daran festgehalten, dafs die Aggressinversuche Bails auf eine Absorption von Schutzstoffen hinausliefen. In dem was soeben über Tuberkulose gesagt ist, mufs man sich diesen Forschern rückhaltslos anschliefsen und die genannten Phänomene als Überempfindlichkeitsreaktion betrachten. Aufserdem hat ihre Auffassung etwas Bestechendes, wenn man bedenkt, dafs nach Bail dieselbe Substanz sowohl infektionsbefördernd als auch immunisierend wirkt, je nach ihrer Anwendung. Aber es ist noch eine offene Frage, ob die Anschauungen von Pirquet und Schick verallgemeinert werden dürfen.

III. Wassermann und Citron nehmen an, dafs die Aggressine mit dem lebenden Organismus nichts zu tun haben, sondern einfach gelöste Bakteriensubstanzen sind, deren immunisierende Wirkung schon lange bekannt ist. Ihre infektionsbefördernde Wirkung beruhe auf der Bindung der natürlichen Schutzkräfte des Organismus eben durch diese gelösten Bakteriensubstanzen. Die Autoren stellten sogenannte künstliche Aggressine her, indem sie einerseits die betreffenden Bazillen (Schweineseuche) mit einer durch Aleuronatinjektion gewonnenen Leukozytenaufschwemmung behandelten, andrerseits benutzen sie zur Vorbehandlung Kaninchenserum; schliefslich genügte es ihnen, die Bakterien lediglich mit destilliertem Wasser längere Zeit zu schütteln. Auf diese Weise wurden Extrakte gewonnen von den Erregern der Schweinepest, Schweineseuche und von Typhus. Diese Extrakte, d. h. künstlichen Aggressine sollen in ihrer Wirkung identisch oder höchstens in quantitativer nicht in qualitativer Beziehung verschieden sein von den nach Bails Angaben gewonnenen natürlichen Aggressinen ([21]). Citron ([22]) berichtet sogar von der Immunisierung gegen Schweineseuche und gegen Hogcholera ([23]) mit Hilfe von Bakterienextrakten. Er hält Aggressinimmunität und bakterizide Immunität im Prinzip für identisch (22, S. 256). Die Antiaggressine seien Antikörper, deren Bildung ebensogut auch ausgelöst werde durch die Vor-

behandlung mit Bakterienextrakten. Er gibt in einer neueren Arbeit (24) an, dafs man in einem in vitro mit einer bestimmten Menge Normalserum versetzten Aggressin eine deutliche Komplementbindung nachweisen könne, und dafs hierin die natürlichen Aggressine im Sinne Bails gegenüber den künstlichen nur quantitative Differenzen zeigen. Setzt man ferner zu einer Aggressinmenge, die selbst kein Komplement mehr binden kann, das entsprechende inaktive Immunserum, so verbindet sich der Ambozeptor mit dem freien Rezeptor des Extraktes und fügt man jetzt Komplement hinzu, so müsse dieses gebunden werden. Untersuche man ein bakterizides Serum und ein Antiaggressin, so könne man in beiden Fällen Ambozeptoren nachweisen; beide Sera könnten also sowohl im künstlichen, wie im natürlichen Aggressin die passenden Rezeptoren finden. Die Fähigkeit der Aggressine, die schützende Wirkung eines Immunserums aufzuheben, erkläre sich leicht und ungezwungen durch die Vereinigung des Ambozeptors mit den Bakteriensubstanzen und der daraus resultierenden Bindung des Komplements in vivo. Diese Auffassung lehnt sich an die Lehre von Neisser und Shiga über freie Rezeptoren an (25). In gewissem Sinne kann man sie als eine Erweiterung der Dörrschen Ausführungen betrachten.

IV. Pfeiffer und Friedberger(26) sprechen über antibakteriolytische Stoffe normaler Sera (antagonistische Stoffe) und sagen: »Es gelingt ausnahmslos, das normale Serum von Kaninchen, Ziegen, Tauben, nicht Meerschweinchen durch Ausfällen mit Choleravibrionen oder Typhusbazillen derartig zu verändern, dafs es nach Entfernung der Bakterien die Fähigkeit erworben hat, im Meerschweinchenperitoneum die Prüfungsdosis . . . selbst bei Anwendung eines mehrfachen Multiplums einer I. E. des homologen Immunserums zu hemmen, so dafs die Versuchstiere durch rapides Fortschreiten der Bakterienvermehrung zugrunde gehen.« Bail und Kikuchi selbst halten einen tieferen Zusammenhang zwischen dem Pfeiffer-Friedbergerschen Phänomen und dem Aggressinversuch nicht für durchaus ausgeschlossen, wenngleich die Tendenz einer gemeinsamen Ar-

beit ([27]) dahin geht, »die Annahme besonderer bakteriolytischer Stoffe ganz fallen zu lassen.«

V. Für Gruber und Futaki([28]) unterliegt es keinem Zweifel, dafs die thermolabilen Stoffe des Serums (Alexine) die Bedeutung haben, die Phagozyten zum Fressen anzuregen und sie glauben, dafs der Bailsche Aggressinversuch auf Bindung des Alexins beruht, eine Auffassung, die sich der von Citron vertretenen anschliefst.

VI. Nur kurz und mit Vorbehalt soll die Lehre Wrights von den Opsoninen erwähnt werden. Dieser versteht hierunter ebenfalls thermolabile Substanzen des Serums, welche die Phagozyten zum Fressen anregen sollen. Nähere Angaben über diese Theorie macht Weinstein([29]).

VII. Neufeld und Rimpau([30] u. [35]) finden, dafs es noch eine dritte Art von spezifischer Serumwirkung gibt, welche weder dem Typus der antitoxischen noch dem der bakteriziden Sera folgt. Sie sprechen aber nicht wie Wright von thermolabilen, sondern von hitzebeständigen Körpern des Serums. Solche sollen direkt auf die Bakterien wirken und sie damit für die Phagozytose vorbereiten. Diese Körper werden bakteriotrope Substanzen genannt und sind das Analogon von Neufeld und Töpfers hämotropen Stoffen der sogenannten hämotropen Sera ([31]).

Es ist unmöglich, auf alle Kontroverse einzugehen, welche sich an die Bailsche Lehre knüpfen. Erwähnt sei eine weitere Veröffentlichung Citrons([38]) und eine Entgegnung Bails und Weils gegen denselben([36]). Weiteres dieser Art ist soeben erschienen([32]), ebenso Abhandlungen von Weil([40]), Erben([39]) und Ballner([33]). Im übrigen mufs verwiesen werden auf den Bericht über die Tagung der freien Vereinigung für Mikrobiologie am 7., 8. und 9. Juni d. J., in dem eine Veröffentlichung von Pfeiffer und Scheller über Immunisierungsversuche an Tauben gegen Vibrio Metschnikoff enthalten ist (34, S. 15), welche ebensowenig wie die an verschiedene Vorträge sich anknüpfende Diskussion am ersten Sitzungstage (34, S. 39ff.) für Bail günstige Ergebnisse bringt.

Wenn in vorstehender zusammenfassender Darstellung der Lehre von den Aggressinen die Arbeiten der betreffenden Autoren ausführlicher, als sonst üblich, zitiert sind, so findet dies seine Rechtfertigung in den grofsen Schwierigkeiten, welche gerade die Bailschen Abhandlungen dem Lesenden bieten, und welche den experimentell Arbeitenden zunächst zwingen, das Wesentliche dieser Lehre zu fixieren. Diese Schwierigkeiten mögen einerseits im Thema selbst liegen, andererseits fallen sie mitunter der wenig übersichtlichen Darstellung Bails zur Last.

Sieht man von diesen Äufserlichkeiten ab, so wird man erkennen, dafs die Aggressinlehre fast alle Gebiete der Immunitätslehre, von Pasteur an gerechnet, in ihr Bereich zieht; selbst Fragen der Agglutination werden hier und da gestreift, will doch Bail selbst unzweifelhaft Agglutination in der Meerschweinchenbauchhöhle beobachtet haben ([37]).

Sollte zu einem so grofsen Gebiete ein experimenteller Beitrag geliefert werden, so war von vornherein Einschränkung notwendig, wenn auch nur für einen kleinen Bruchteil der vielen sich aufdrängenden Fragen eine Antwort gefunden werden sollte. — Für das meiner Arbeit gezeigte Interesse schulde ich Herrn Geheimrat Rubner, für freundliche Unterstützung bei den Versuchen den Herren Professor Ficker und Dr. Friedemann aufrichtigen Dank. Leider mufsten meine Experimente aus äufseren Gründen vorzeitig abgebrochen werden.

Ausschliefslich wurde mit Typhusbazillen gearbeitet; und es wurden, soweit nichts anderes bemerkt ist, Meerschweinchen hiermit intraperitoneal infiziert. Die Tiere waren meist mittlerer Gröfse; und das verwendete Kulturmaterial stammte zumeist vom Tage zuvor. Dafs die verschiedenen, zu den Versuchen gebrauchten Bakterienstämme nach den gebräuchlichen Methoden als Bacillus typhi identifiziert waren, ist selbstverständlich. Hinsichtlich ihrer Virulenz zeigten sich nicht nur unter den benutzten Stämmen auffallende Unterschiede, sondern auch ein und derselbe Stamm erhielt trotz mehrfacher Tierpassagen nach Fortzüchtung auf künstlichem Nährboden seine Virulenz nicht lange vollkommen konstant. Dies zeigt folgende Tabelle:

Tabelle I.
(Ö. = Öse, AK. = Agarkultur, P. = Tierpassage, St. = Stamm.

Nr.	Datum	Gewicht	Impfmaterial	Verlauf	freies Exsudat
65	1. III.	215 g	3 Ö. 4. P. St. 101	2. III. †	vorhanden
66	1. III.	200 g	$^1/_2$ Ö. 4. P. St. 101	»	»
67	1. III.	200 g	$^1/_4$ Ö. 4. P. St. 101	»	»
68	1. III.	235 g	1 Ö. 4. P. St. 101	»	»
91	7. III.	mittel	2 Ö. 4. P. St. 101	8. III. †	trüb, wenig
92	7. III.	mittel	2 Ö. 4. P. St. 101	8. III. †	trüb, wenig
102	12. III.	265 g	4 Ö. 4. P. St. 101	13. III. †	
103	12. III.	240 g	2 Ö. desgl.	15. III. †	
104	12. III.	260 g	1 Ö. desgl.	16. III. †	
105	12. III.	230 g	$^1/_2$ Ö. desgl.	13. III. munter	
	14. III.		noch 2 Ö. desgl.	15. III. lebt	
106	12. III.	235 g	$^1/_2$ Ö. desgl.	13. III. munter	
	14. III.		noch 2 Ö. desgl.	15. III. nicht kr.	
107	12. III.	260 g	$^1/_{10}$ Ö. 4. P. St. 101	13. III. munter	
	14. III.		noch 2 Ö. desgl.	16. III. †	kleines
121	23. III.	275 g	2 Ö. 6. P. St. 101	24. III. †	wenig
122	23. III.	305 g	4 Ö. desgl.	24. III. †	wenig
123	23. III.	285 g	1 Ö. desgl.	24. III. lebt 25. III. †	keines.
124	23. III.	235 g	$^1/_2$ Ö. desgl.	24. III. lebt 26. III. †	keines.

Mitunter zeigten auch die einzelnen Tiere gegen einen und denselben Stamm ein verschiedenes Verhalten. Wenn dies nicht oft beobachtet wurde, so liegt dies daran, dafs zur Virulenzbestimmung für gewöhnlich mit den Impfdosen bei einer Tierserie variiert wurde. Immerhin gibt es auch hierfür ein Beispiel: Es handelt sich um zwei mittelgrofse Tiere Nr. 92 und 93, welche am 7. III. mit je 2 Ösen Typhus (Stamm: »neu«) geimpft waren. Davon war das eine am 8. III. krank und ging am 9. III. ein; das andere blieb ohne besondere Erscheinungen. Damit kennzeichnet sich unsere Virulenzbestimmung nicht als ein absolut genaues, sondern als ein approximatives Mafs.

Aus der angeführten Tabelle ist ferner ersichtlich, dafs von den zur Virulenzbestimmung verwendeten Tieren ein freies Peritonealexsudat im allgemeinen nicht erwartet werden konnte. Die Nummern 65—68 machen anscheinend eine Ausnahme,

welche aber verständlich wird bei Betrachtung der folgenden Tabelle:

Tabelle II.

(Abkürzungen wie bei Tabelle I.)

Nr.	Datum	Gewicht	Impfmaterial	Verlauf	freies Exsudat
1	9. I.	mittel	1 Ö. St. Moabit.	11. I. †	1 ccm trüb, einige Auflagerungen.
7	18. I.	»	1 AK. St. Moabit 2. P.	20. I. †	geringe Auflagerungen, Phagozyten.
9	22. I.	»	1 AK. St. Niedlich	23. I. †	vorhanden.
10	»	»	1 AK. St. Detmold	»	»
12	»	»	1 AK. St. 101.	»	hämorrhagisch.
16	24. I.	»	1 AK. St. Niedlich	25. I. †	wenig ccm, trübe.
35	13. II.	»	1 AK. St. 101	14. II. †	reichlich.
40	19. II.	»	1 Ö. St. »neu«	20. II. †	mäfsige Menge, trüb.
47	20. II.	»	1 Ö. desgl.	21. II. kr. 22. II. †	wenig.
49	21. II.	»	2 Ö. 4. P. 101	22. II. †	mäfsige Menge.
50	»	»	4 Ö. desgl.	»	reichlich.
61	1. III.	285 g	1/2 AK. St. »neu«	2. III. †	reichl., etw. hämorrh.
62	»	325 g	1/3 desgl.	»	reichlich.
63	»	235 g	3 Ö. desgl.	»	vorhanden.
64	»	210 g	1 Ö. desgl.	»	
79—81	5. III.	mittel	je ca. 1/2 AKSt. »neu«	6. III. †	vorhanden.
82—84	»	»	je ca. 1/2 AK. 4. P. St. 101	»	
108—110	13. III.	»	je 1/4 AK. desgl.	14. III. †	zusamm. reichl. 10 ccm
114—116	19. III.	»	je ca. 1/2 AK 5. P. 101 (einige Tage alt)	20. III. †	wenig.
117—118	20. III.	»	je 3 ccm junger Bouillonkultur 6. P. St. 101	21. III. †	vorhanden.
129	26. III.	»	1 AK. St. K.	27. III. †	2 ccm.
130	»	»	1 AK. 7 P. St. 101	»	1,5 ccm.
142	29. III.	schwer	1/2 AK. 6. P. 101	30. III. †	reichlich.
143	»	»	desgl.	»	wenig.
144	30. III.	mittel	desgl.	31. III. †	vorhanden.
145	»	»	desgl.	1. IV. †	fast keines.
146	2. IV.	»	1 AK. St. K.	3. IV. †	vorhanden.
147	»	»	desgl.	»	
156—160	24. IV.	»	1 K. St. K. a. 5 Tiere	27. IV. †	im allgemein. reichl., ein Tier ohne.
167—168	30. IV.	»	je 1 K. d. eine 4. P. d. andere 2. P. St. K.	1. V. †	nicht reichlich.

Fortsetzung der Tabelle II.

Nr.	Datum	Gewicht	Impfmaterial	Verlauf	freies Exsudat
242	22. V.	600 g	1 K St. F.	23. V. †	2—3 ccm.
243	»	470 g	desgl.	»	keines.
244	»	450 g	desgl.	»	fast keines.
245	»	410 g	desgl.	»	wenig.
246	»	395 g	desgl.	»	2—3 ccm.
247	»	290 g	desgl.	»	verhältnism. reichlich.

Die Tabelle zeigt einerseits, dafs man hinsichtlich der Menge des freien Peritonealexsudates bei den einzelnen Tieren ebenfalls auf individuelle Unterschiede stöfst, anderseits, dafs man auf ein solches Exsudat nur rechnen kann, wenn man sehr grofse Dosen verimpft, welche die einfache Dosis letalis weit übertreffen. Aber auch bei Verimpfung ganzer Kulturen ist die angesammelte Bauchhöhlenflüssigkeit bei einzelnen Tieren mitunter gering, wofür 243 und 244 der Gruppe 242—247 ein gutes Beispiel abgeben. Berücksichtigt man aber hier das hohe Gewicht der Tiere und bei 64—68 die hohe Virulenz des gerade nach mehreren Tierpassagen benutzten Stammes, so kann man sich des Eindruckes nicht erwehren, dafs die Menge des vorhandenen freien Peritonealexsudates gewissermafsen einen Mafsstab abgibt für die Infektionskraft der benutzten Bakterien im speziellen Falle, welche ja in einem direkten Verhältnis steht zu der Virulenz des betreffenden Stammes im allgemeinen und der Menge des verimpften Materials, in einem indirekten aber zu der Gröfse und individuellen Widerstandsfähigkeit der Tiere. Das steht übrigens im besten Einklang mit den älteren klassischen Untersuchungen Pfeiffers. Jedenfalls mufste ich, um freies Peritonealexsudat zu gewinnen, mit grofsen Dosen arbeiten; und auch dabei war nur dann ein solches zu erhalten, wenn das geimpfte Tier binnen 24 Stunden einging. Nr. 145 bietet hierfür ein Beispiel. Auch Salus hat, um freies Exsudat zu erhalten, sehr grofse Dosen verimpft, hingegen wandten Weil und auch Ballner kleinere Dosen an. Dabei arbeiteten aber die letzten beiden mit sehr virulenten Bakterien. Ob die zur

Beschaffung freien Exsudates notwendige Menge des zu verimpfenden Materials ganz allgemein mit der Virulenz der betreffenden Bakterienspezies sinkt, bleibe vorläufig dahingestellt, aber vieles spricht dafür.

Die folgende Reihe gibt zunächst ein weiteres Beispiel für die individuellen Schwankungen in der Widerstandsfähigkeit einzelner Tiere gegenüber der Infektion:

Tabelle III.

23. III.	Nr. 125, 205 g, bekommt	$^1/_{10}$	Öse	Stamm	K.
	Nr. 126, 240 g, »	$^1/_5$	»	»	»
	Nr. 127, 260 g, »	1	»	»	»
	Nr. 128, 265 g, »	$^1/_2$	»	»	»

24. III. Alle vier Tiere leben.

25. III. Nr. 125 (kleinste Dosis) +, kein freies Exsudat.

25. III. Die überlebenden Tiere werden nochmals mit knapp $^1/_2$ Kultur des gleichen Stammes geimpft.

26. III. Die 3 Tiere leben. Kapillarentnahme: zahlreiche Leukozyten. Das eine oder andere dieser Tiere verendete übrigens später.

2. II. Nr. 33, mittelgrofs, bekommt 1 Öse des (nahezu avirulenten) Stammes Musehold.

3. II. Lebt. Kapillarentnahme: freie Bazillen nicht erkennbar, zahlreiche Leukozyten.

Die Kapillarentnahme zeigt ferner, dafs mit wachsender Widerstandsfähigkeit der Tiere gegenüber der Infektion das Auftreten von Leukozyten zunimmt. So waren auch die in Tabelle II als trüb bezeichneten Exsudate sämtlich reich an Leukozyten, während die mehr dünnflüssigen, in gröfserer Menge abgesonderten solche nur spärlich aufwiesen, hingegen von Bazillen wimmelten. Auch dieses entspricht den Pfeifferschen Versuchen. Im allgemeinen aber wurde von der Kapillarentnahme wenig Gebrauch gemacht. Denn Zweck der Untersuchungen war, zunächst reichliche Mengen Exsudates zu gewinnen und dieses im Aggressinversuch in verschiedener Art mit Bazillen zu kombinieren; und es wurde dabei der Tod des Versuchstieres als das exakteste Kriterium über die Schwere der experimentell erzeugten Krankheit angesehen.

Dabei war die Frage der Sterilisation der gewonnenen und, wie gesagt, von Bazillen wimmelnden Exsudate nicht ganz ein-

fach. Einige diesbezügliche Versuche standen noch unter dem Eindruck der ersten Dörrschen Publikation, wonach das als Sterilisationsmittel verwendete Toluol die infektionsbefördernde Eigenschaft dieser Flüssigkeiten bedingen könnte. Diese Versuche sind füglich durch eine weitere Veröffentlichung Dörrs überholt, können aber trotzdem hier einen Platz finden:

Tabelle IV.

2. II. Nr. 34. Es wird Toluol mit Kochsalzlösung geschüttelt und das Toluol durch ein angefeuchtetes Papierfilter wieder entfernt. In der Lösung Aufschwemmung einer Öse des (allerdings so gut wie avirulenten) Stammes Musehold. Intraperitoneale Injektion.

3. II. Tier lebt; und es bleibt ferner am Leben.

23. II. Nr. 59. Bekommt intraperitoneal 5 ccm sterile Bouillon, welche mit ca. der Hälfte Toluol geschüttelt ist, und von der das Toluol wieder durch Papierfilter abfiltriert wurde.

24. II. Tier lebt; und es bleibt ferner am Leben. Kein Krankheitszeichen.

1. III. Es sind ca. 5 ccm Hühnereiweifs mit ca. 2,5 ccm Toluol im Reagensglas geschüttelt und stehen gelassen worden.

2. III. Trübung. Schwer durch Papierfilter zu filtrieren. Daher Zugiefsen von 1,0 ccm Kochsalzlösung. Dem Tier Nr. 78 werden von dem Filtrat 3 ccm injiziert.

3. III. Tier nicht krank.

29. III. Nr. 141, 235 g erhält intraperitoneal eine Menge von 2,8 ccm einer Kochsalzlösung, welche auf 56° mit Toluol erhitzt und dann durch Papierfilter filtriert war. Nach der Filtration schwammen noch einige Toluoltröpfchen auf der Oberfläche. Brutschrank, bis diese verdunsteten.

30. III. Tier nicht krank.

Man sieht also, dafs man mit Toluol vorbehandelte Flüssigkeiten einem Tier ohne Gefahr für dasselbe injizieren kann, wenn man das Toluol vorher durch Papierfilter entfernt und den Rest abdunsten läfst. So wurde im allgemeinen auch in den folgenden Versuchen verfahren. Um vollständige Sterilisation der Exsudate durch Toluol zu erzielen, mufs man aber dasselbe eine längere Zeit einwirken lassen. Denn vormittags gewonnene, zentrifugierte und mit Toluol über Mittag belassene Exsudate hatten nachmittags noch keine Sterilität erlangt.

In folgendem werden eine Anzahl Tierversuche angeführt, bei welchen die Impfung entweder mit sterilen Exsudaten allein oder in Kombination mit lebenden Bazillen erfolgte.

Tabelle V.

(Die Herkunft und Behandlung der zur Impfung verwendeten Exsudate ist in Klammern angeführt, und zwar ist hier zunächst der betreffende Typhusstamm angegeben, mit welchem das das Exsudat liefernde Tier behandelt wurde. Überall intraperitoneale Impfung. Abkürzungen, wie in Tabelle I ff. Bei zusammengehörigen Tierserien sind die einzelnen Tiere aufser mit ihrer Nummer noch mit a, b, c usw. bezeichnet.)

31. I. Nr. 22, kleines Tier, erhält ca. 2 ccm der Exsudate Nr. 19 u. 20 (2. P. St. Niedlich, 3. P. St. 101 ohne dazwischenliegende Züchtung auf künstlichen Nährböden. Exsudate unter Toluol gehalten vom 26. I. bis 31. I. Papierfiltration. Exsudate steril.)

1. II. Tier †.

22. II. Nr. 44, erhält 1,5 ccm des Exsudates 38 (4. P. 101 ohne dazwischenliegende Züchtung auf künstlichem Nährboden; unter Toluol gehaltenes Exsudat seit 17. II.)

21. II. Tier †.

21. II. Nr. 51 a, 195 g, erhält die Hälfte des Exsudates von Nr. 40 (St. »neu«; Exsudat seit 20. II. unter Toluol gehalten. 21. II. Papierfiltration. Sterilität).

20 II. Tier lebt.

21. II. Nr. 52 b, 200 g, behandelt wie das vorige und aufserdem ¼ Ö. Typhus St. »neu«.

22. II. Tier lebt.

2 III. †.

Die Dosis ¼ Öse war subletal, wie am 19. II. an Tier 39 bestimmt war. Dieses Tier dient mithin für diese und die folgende Serie als Kontrolle.

21. II. Nr. 53 a, 185 g, erhält einen Teil des Exsudates Nr. 48. (St. »neu«. Das Exsudat ist dieses Mal mit Chloroform sterilisiert worden seit 21. II. Exsudat steril.)

22. II. Tier lebt.

21. II. Nr. 54 b, 180 g, behandelt wie das vorige und aufserdem mit ¼ Öse Typhus St. »neu«.

22. II. Tier lebt.

22. III. Nr. 75 a, 220 g, erhält 5 ccm Exsudat Nr. 61—64 St. »neu«. Die vereinigten Exsudate sind dieses Mal durch Tonkerzen filtriert worden.

2. III. Nr. 76 b, 215 g, erhält 2 ccm desgl.

2. III. Nr. 77 c, knapp 200 g, erhält desgl. 1 ccm vermischt mit 1 ccm Kochsalzlösung.

3. III. Alle drei Tiere leben.

16. III. Nr. 111 a, 254 g, erhält 1 ccm des Exsudates Nr. 108—110 (4. P. St. 101). Die am 14. III. gewonnenen und vereinigten Exsudate werden über Mittag im Brutofen gelassen und dann zentrifugiert, nachdem vorher das anfangs zugesetzte Toluol entfernt war. Noch nicht steril, werden sie nochmals, mit Toluol versetzt, im Eisschrank gelassen. Bei der Verwendung steril. Exsudat gerinnt.

17. III. Tier †.

16. III. Nr. 112 b, 255 g, erhält davon 2 ccm.

16. III. Nr. 113 c, 235 g, erhält davon 4 ccm.

17. III. Nr. 112 und 113 leben.

29. III. Nr. 140, 245 g, erhält 3,5 ccm Exsudat Nr. 131—133 (St. K. vermischt mit unverändertem Exsudat eines ebenfalls der Infektion mit St. K. erlegenen Tieres. Vollkommene Sterilisation durch Toluol seit 28. III. Exsudat nicht zentrifugiert).

30. III. Tier †.

3. IV. Nr. 149, 280 g, erhält 5 ccm des Exsudates Nr. 142/143 (6. P. 101. Exsudate seit 30. III. unter Toluol. Die Exsudate sind ausgiebig zentrifugiert worden, und zwar zweimal, einmal vor und einmal nach der Sterilisation mit Toluol. Sterilität.)

4. IV. Tier lebt.

5. IV. Nr. 150, mittelgrofs, erhält 10 ccm der Exsudate Nr. 144, 146, 147 (6. P. St. 101 und St. K.) Die Exsudate sind ebenfalls mit Toluol behandelt seit 31. III. und 3. IV. und zweimal ausgiebig zentrifugiert worden, wie die vorigen.

6. IV. Tier lebt.

2. V. Nr. 170 a, 255 g, erhält 2,5 ccm Exsudat und 0,5 ccm Kochsalzlösung. (Das Exsudat war von Herrn Dr. Friedemann gewonnen und mehrere Tage unter Toluol gehalten und mir gütigst überlassen worden. Wird ausgiebig zentrifugiert. Bei Verwendung steril.)

3. V. Tier lebt.

2. V. Nr. 171 b, 300 g, erhält die gleiche Menge Exsudat und 1/4 Öse Typhus (1. P. St. K.) aufgeschwemmt in 0,5 ccm Kochsalzlösung.

3. V. Tier lebt.

2. V. Nr. 172 c, 270 g, erhält reichlich 2,5 ccm Exsudat und 1/2 Öse Typhus in 0,5 ccm Kochsalzlösung.

3. V. Tier †.

2. V. Nr. 173 d, 271 g (Kontrolle) erhält 1/2 Öse Typhusbazillen.

3. V. Tier lebt.

2. V. Nr. 174 a, 245 g, erhält 4 ccm Exsudat Nr. 151—155 (St. K. Exsudat am 26. IV. gewonnen, zentrifugiert und mit Toluol versetzt. Am 1. V. Papierfiltration. Eine Nacht ohne Toluol im Eisschrank. Sterilität.

3. V. Tier lebt.

2. V. Nr. 175 b, 230 g, erhält 3 ccm Exsudat, wie das vorige, dazu 1/4 Öse Typhusbazillen in 0,5 ccm Kochsalzlösung aufgeschwemmt (1. P. St. K.)

3. V. Tier †.

2. V. Nr. 176 c, 255 g, erhält Exsudat, wie das vorige, dazu eine halbe Öse Bazillen.

3. V. Tier anscheinend gesund.

Als Kontrolle zu dieser Tierserie dient ebenfalls Nr. 173.

2. V. Nr. 177 a, 252 g, erhält ca. 3—4 ccm Exsudat Nr. 156—160 (St. K. Die Exsudate sind am 27. IV. gewonnen, zentrifugiert und unter Toluol gehalten. Am 1. V. Papierfiltration. Exsudate bleiben eine Nacht ohne Toluol im Eisschrank, Exsudat steril.)

3. V. Tier †. Obduktionsbefund: Es besteht am Hypogastrium, besonders rechts, eine Anschwellung. Es zeigt sich eine bis an den Rippenbogen reichende blutige Infiltration der Bauchdecken.

2. V. Nr. 178a, 350 g, erhält 3 ccm Exsudat und aufserdem $^{1}/_{10}$ Öse Typhusbazillen, aufgeschwemmt in 0,5 ccm Kochsalzlösung.

4. V. Tier †.

2. III. Nr. 178c, 240 g, erhält 3 ccm Exsudat und aufserdem $^{1}/_{8}$ Öse Typhusbazillen aufgeschwemmt in 0,5 ccm Kochsalzlösung.

3. V. Tier anscheinend gesund.

2. V. Nr. 180d, 235 g, erhält $^{1}/_{8}$ Öse von denselben Bazillen zur Kontrolle.

3. V. Tier lebt.

15. VI. Nr. 288b, 194 g, erhält 1,0 ccm Exsudat 155—160 und 3 ccm Kochsalzlösung. (St. F. Die Exsudate wurden nach ihrer Gewinnung nicht zentrifugiert und blieben seit 30. III. mit Toluol vermischt im Eisschrank stehen. Zentrifugieren kurz vor ihrer Verwendung ergibt keinen Bodensatz. Befreiung vom Toluol am 15. VI. vormittags, Injektion nachmittags.)

15. VI. Nr. 289b, 230 g, erhält 2 ccm des Exsudates und 2 ccm Kochsalzlösung.

15. VI. Nr. 290c, 185 g, erhält 4 ccm des Exsudates.

16. VI. Nr. 288 und 189 ohne besondere Erscheinungen.

20. VI. Nr. 290 wird tot gefunden. Gewicht des Kadavers 120 g.

22. VI. Nr. 316a, 270 g (Kontrolle) erhält 1 Öse Typhusbazillen aufgeschwemmt in 3 ccm Kochsalzlösung.

23. VI. Tier lebt.

22. VI. Nr. 317b, 275 g, erhält die gleiche Menge Bazillen in 0,5 ccm Kochsalzlösung und dazu 2,5 ccm Exsudat (St. K. und 1. P. St. K. und St. F.) der Tiere 285—288. Exsudate am 16. VI. gewonnen, sehr gut zentrifugiert und unter Toluol gehalten (vor Verwendung nochmals zentrifugiert).

23. VI. Tier †.

22. VI. Nr. 318c, 260 g, erhält $^{1}/_{4}$ Öse derselben Bazillen in 3 ccm Kochsalzlösung.

23. VI. Tier lebt.

22. VI. Nr. 319d, 269 g, erhält die gleiche Menge Bazillen aufgeschwemmt in 0,5 ccm Kochsalzlösung und zugleich in 2,5 ccm von dem oben genannten Exsudat.

23. VI. Tier †.

22. VI Nr. 320e, 240 g, erhält $^{1}/_{10}$ Öse derselben Bazillen aufgeschwemmt in 3 ccm Kochsalzlösung.

22. VI. Nr. 321f, 250 g, erhält $^{1}/_{10}$ Öse derselben Bazillen aufgeschwemmt in 0,5 ccm Kochsalzlösung und dazu von dem Exsudate 2,5 ccm.

23. VI. Beide Tiere leben.

22. VI. Nr. 322g, 227 g, erhält $^{1}/_{20}$ Öse derselben Bazillen aufgeschwemmt in 3 ccm Kochsalzlösung.

22. VI. Nr. 323h, 237 g, erhält die gleiche Menge Bazillen aufgeschwemmt in 0,5 ccm Kochsalzlösung und dazu 2,5 ccm von dem Exsudate.

23. VI. Beide Tiere leben.

22. VI. Nr. 324 i erhält 3 ccm von dem Exsudate.

22. VI. Nr. 325 k erhält den beim zweiten Male Zentrifugieren entstandenen Bodensatz mit 1 ccm Kochsalzlösung, im ganzen ca. 3 ccm.

23. VI. Beide Tiere leben.

9. III. Nr. 96 a, 210 g, erhält 3,8 ccm Exsudat 88—90, aufgefüllt auf 10 ccm (4. P. St. 101. Exsudat am 7. III. gewonnen, zentrifugiert und mit Toluol behandelt.)

10. III. Tier †.

9. III. Nr. 97 b, 215 g, erhält von dem gleichen Exsudate 0,8 ccm aufgefüllt zu 2,5 ccm.

10. III. Tier lebt.

8. V. Nr. 193, 205 g, erhält 1 ccm Kochsalzlösung und dazu 2 ccm Exsudat 161/2 (2. P. St. K. Exsudat gewonnen am 27. IV., vor und nach der Behandlung mit Toluol zentrifugiert. Nach dem zweiten Zentrifugieren nochmals mit wenigen Tropfen Toluol im Eisschrank gelassen. Vor der Verwendung war das Toluol anscheinend verdunstet. Das Schälchen wird aber noch eine Zeit lang offen stehen gelassen.)

9. V. Tier lebt.

12. V. Nr. 206, 430 g, erhält 5 ccm des nicht nach der Sterilisation mit Toluol, wohl aber vorher zentrifugierten Exsudates 182—186 (2. P. St. K. Exsudat am 5. V. gewonnen und mit Toluol versetzt).

13. V. Tier †.

15. VI. Nr. 291 a, 185 g, erhält 3,0 ccm Kochsalzlösung und aufserdem 1,0 ccm des Exsudates Nr. 261—266. (Mehrfache Tierpassage St. K. Exsudat gewonnen am 30. V. Vor der Sterilisation mit Toluol nicht zentrifugiert. Zentrifugieren am 15. IV. ergibt keinen Bodensatz. Exsudat vormittags von Toluol befreit, nachmittags injiziert.)

15. VI. Nr. 292 b, 202 g, erhält 2 ccm Kochsalzlösung und 2 ccm desselben Exsudates.

15. VI. Nr. 293 c, 240 g, erhält 4 ccm desselben Exsudates.

16. VI. Die drei Tiere leben.

Es hat zunächst den Anschein, als ob irgendeine Regelmäfsigkeit in der Wirkung derartiger sterilisierter Peritonealexsudate nicht bestände. Man erkennt aber bald, dafs solche ungemein schädlich auf ein Tier wirken können, wenn sie nicht ausgiebig genug zentrifugiert sind. Zentrifugiert man sie aber ausgiebig, wie dies schliefslich von mir gemacht wurde, vor und nach der Sterilisation mit Toluol je etwa 20 Minuten und darüber auf einer elektrischen Zentrifuge mit sehr hoher Umdrehungszahl, dann bringen sie allein in den angewendeten Dosen im allgemeinen keine ersichtlichen Krankheitserscheinungen hervor. Durch sehr langes Aufbewahren unter Toluol scheinen sie eben-

falls viel von ihrer schädlichen Wirkung einzubüfsen, wie die letzte Versuchsreihe und Nr. 288 ff. vom 15. VI. zeigen. Auch durch Zentrifugieren in der angegebenen Art und Weise gelingt es offenbar nicht, alle abgetöteten Bazillen aus dem Exsudat zu entfernen. So wurde ein am 9. V. gewonnenes und am 18. 5. von Toluol befreites Exsudat, das schon vor der Sterilisation zentrifugiert war, nunmehr noch zweimal je ca. 20 Minuten zentrifugiert. Ein Ausstrichpräparat des im Zentrifugenröhrchen zurückgebliebenen Bodensatzes ergab noch zahlreiche Bazillen und auch in dem darüberstehenden klaren Flüssigkeitsrest fehlten sie nicht.

Im folgenden wird ein Versuch beschrieben, wo das Exsudat eines Tieres zur Verwendung kam, welches selbst wieder mit einem mit Toluol behandelten Exsudate geimpft war.

Tabelle VI.

22. II. Nr. 57, 200 g, bekommt intraperitoneal Exsudat von Nr. 44 s. Tabelle V) ca. 2 ccm und aufserdem 1/2 Öse Typhus »neu«.

8. III. wird dieses Tier tot gefunden. Subkutane nekrotische Stelle an der Impfstelle. Kein freies Exsudat.

22. II. bekommt ca. 2 ccm von demselben Exsudat.

Dieses Tier blieb am Leben.

20. II. Nr. 46, 180 g (als Kontrolle), erhält 1/2 Öse Typhusbazillen desselben Stammes.

Dieses Tier blieb am Leben.

Nunmehr wurden Versuche angeführt, in denen lediglich abgetötetes Bazillenmaterial zur Verwendung kam.

Tabelle VII.

(Abkürzungen wie Tabelle I. Auch hier sind die zusammengehörenden Tierserien mit a, b, c usw. bezeichnet.)

Zu den folgenden Versuchen wurden mehrere Typhusagarkulturen mit je 4 ccm Kochsalzlösung abgeschwemmt und die Bazillen durch einstündiges Erhitzen auf 57° abgetötet. Mit der Aufschwemmung geimpfte Bouillon war anderen Tages nicht getrübt.

14. V. Nr. 207 a, 212 g, erhält 1 ccm der Aufschwemmung intrap.

15. V. Tier †.

14. V. Nr. 208 b, 225 g, desgl. 2 ccm.

15. V. Tier lebt.

14. V. Nr. 209c, 230 g, desgl. 2 ccm.

15. V. Tier lebt.

14. V. Nr. 210d, 235 g, desgl. 4 ccm.

15. V. Tier †.

14. V. Nr. 211e, 212 g, erhält 1 ccm Bazillenaufschwemmung und aufser dem Exsudat Nr. 182—186 (2. P. St. K. Exsudat gewonnen am 5. V., zentrifugiert und mit Toluol versetzt. Nach der Entfernung des Toluols nochmals zentrifugiert. Steril.) Menge des injizierten Exsudates ca. 2 ccm.

15. V. Tier lebt.

14. V. Nr. 212f, 225 g, erhält 2 ccm dieses Exsudats und 2 ccm der Bazillenaufschwemmung.

15. V. Tier lebt.

14. V. Nr. 213g, 230 g, erhält 2 ccm des Exsudates und 3 ccm der Bazillenaufschwemmung.

15. V. Tier lebt.

14. V. Nr. 214h, 235 g, erhält (als Kontrolle) 2 ccm des Exsudates allein.

15. V. Tier lebt.

Zu den folgenden Versuchen sind mehrere Agarkulturen des Stammes F. mit Kochsalzlösung abgeschwemmt worden. Abtötung der Bazillen durch einstündiges Erhitzen auf 57°.

18. 5. Nr. 221a, 183 g, erhält intraperitoneal 1 ccm der Aufschwemmung und 4 ccm Kochsalzlösung.

19. V. Tier krank, erholt sich aber später wieder.

18. V. Nr. 222b, 200 g, erhält 2 ccm Aufschwemmung und 3 ccm Kochsalzlösung.

19. V. Tier krank, erholt sich aber später wieder.

18. V. Nr. 223c, 220 g, erhält 3 ccm der Aufschwemmung und 2 ccm Kochsalzlösung.

19. V. Tier nicht nachweislich krank.

18. V. Nr. 224d, 195 g, erhält 1 ccm der Bazillenaufschwemmung, 2 ccm Kochsalzlösung und 2 ccm Exsudat 187—192 (P. St. K. Exsudat gewonnen am 9. V., zentrifugiert, mit Toluol behandelt und nach Entfernung des Toluols noch zweimal je 20 Minuten zentrifugiert. Exsudat steril.)

19. V. Tier †. Ziemlich reichlich klares Exsudat, fast keine Auflagerungen auf der Serosa.

18. V. Nr. 225e, 220 g, erhält 2 ccm Bazillenaufschwemmung, 1 ccm Kochsalzlösung und 2 ccm des Exsudates Nr. 187 ff.

19. V. Tier †. Klares, ziemlich reichliches Exsudat ohne Auflagerungen auf der Serosa.

18. V. Nr. 226f, 255 g, erhält 3 ccm der Bazillenaufschwemmung und 2 ccm des Exsudates.

19. V. Tier †. Keine Auflagerungen auf der Serosa, fast kein freies Exsudat.

Zu den folgenden Versuchen sind die durch Zentrifugieren der Exsudate 215—220 (Stamm E. Exsudate gewonnen am 16. V) ausgeschleuderten Bazillen sorgfältig gewaschen worden. Die Bazillen wurden in dem Maſse mit Kochsalzlösung versetzt, daſs die Aufschwemmung weniger dicht war als die in der vorigen Versuchsserie benutzte. Abtötung durch einstündiges Erhitzen bei 57°.

18. V. Nr. 227 a, 350 g, erhält 1 ccm der Bazillenaufschwemmung und 4 ccm Kochsalzlösung.

19. V. Tier krank; erholt sich später wieder.

18. V. Nr. 228 b, 230 g, desgl. 2 ccm Aufschwemmung und 3 ccm Kochsalzlösung.

19. V. Tier krank. 20. V. Tier †.

18. V. Nr. 229 c, 225 g, erhält 1 ccm Bazillenaufschwemmung, 3 ccm Kochsalzlösung und 2 ccm Exsudat Nr. 187—192 (s. o.).

19. V. Tier nicht krank.

18. V. Nr. 230 d, 298 g, erhält 2 ccm Bazillenaufschwemmung, 2 ccm Exsudat w. o. und 1 ccm Kochsalzlösung.

19. V. Tier nicht krank.

18. V. Nr. 231 e und 232 f, 180 und 175 g, erhalten das eine 2 ccm Exsudat und 3 ccm Kochsalzlösung, das andere 5 ccm Exsudat.

19. V. Tiere nicht krank.

Zu den folgenden Versuchen werden mehrere Agarkulturen Stamm F. mit je 2 ccm Kochsalzlösung abgeschwemmt und die Bazillen durch einstündiges Erhitzen auf 57° abgetötet.

21. V. Nr. 237 a, 265 g, erhält 1 ccm Bazillenaufschwemmung und 2,5 ccm Kochsalzlösung.

22. V. Tier lebt.

21. V. Nr. 238 b, 265 g, erhält 1 ccm Bazillenaufschwemmung, 0,5 ccm Kochsalzlösung und 2 ccm Exsudat Nr. 197—202 (St. F. Exsudate am 11. V. gewonnen. Vor der Behandlung mit Toluol zentrifugiert und nachher noch zweimal zentrifugiert. Exsudat steril.)

22. V. Tier lebt.

21. V. Nr. 239 c, 285 g, erhält 1,5 ccm Bazillenaufschwemmung und 2 ccm Kochsalzlösung.

22. V. Tier krank, 28. V. †.

21. V. Nr. 240 d, 280 g, erhält 1,5 ccm und 2,0 ccm Exsudat w. o.

22. V. Tier nicht krank.

21. V. Nr. 241 e, 200 g, erhält 3,5 ccm des Exsudates allein.

22. V. Keine Krankheitserscheinungen.

Zu den folgenden Versuchen werden mehrere Agarkulturen Stamm F. mit je 2 ccm Kochsalzlösuug abgeschwemmt und die Aufschwemmung am 19. V., reichlich mit Toluol versetzt, in gut schliefsenden Gefäfsen gehalten. Am 28. V. Befreiung vom Toluol durch Papierfiltration. Brutschrank. Sterilität mit Bouillon geprüft.

28. V. Nr. 248 a, 208 g, erhält 2,5 Exsudat Nr. 215—220 (St. F. Exsudat gewonnen am 16. V., zentrifugiert, mit Toluol versetzt, nach der Behandlung mit Toluol noch zweimal zentrifugiert. Exsudat steril.)

29. V. Tier gesund.

28. V. Nr. 249 b, 224 g, erhält 1 ccm Bazillenaufschwemmung und 2,5 ccm des Exsudates.

29. V. Keine deutlichen Krankheitssymptome.

28. V. Nr. 250 c, 230 g, erhält 2 ccm Bazillenaufschwemmung und 2,5 ccm Exsudat w. o.

29. V. Tier †. Auf den Därmen keine Auflagerungen. Reichlich klares Exsudat. Exsudat steril.

28. V. Nr. 251 d, 228 g, erhält 2 ccm Bazillenaufschwemmung und 2,5 ccm Kochsalzlösung.

29. V. Tier krank.

28. V. Nr. 252 e, 228 g, erhält 1 ccm Bazillenaufschwemmung und 3,5 ccm Kochsalzlösung.

29. V. Tier †. Reichlich klares Exsudat. Keine Auflagerungen.

Zu den folgenden Versuchen kommen die Exsudate von den Tieren Nr. 267—270 zur Verwendung. Dieselben sind am 31. V. intraperitoneal mit Bazillen infiziert worden, welche mit Toluol (w. oben beschrieben) abgetötet waren, und deren Sterilität mit Bouillon geprüft war. Pro Tier kamen knapp 3 Kulturen zur Verwendung. Die Tiere gingen am 1. VI. ein. Sie lieferten ein reichliches Exsudat. Auf der Serosa fast keine Auflagerungen. Bauchhöhle steril. Die Exsudate werden zentrifugiert.

1. VI. Nr. 271—272 erhalten intraperitoneal je 3 ccm zentrifugiertes Exsudat von Nr. 267/268.

2. VI. Beide Tiere †. Geringe Auflagerungen auf der Leber, sonst klares Exsudat, mikroskopisch wenig Leukozyten.

1. VI. Nr. 273—274 erhalten intraperitoneal je 4 ccm zentrifugiertes Exsudat von Nr. 169/170.

2. VI. Ein Tier †. Klares Exsudat, mikroskopisch wenig Leukozyten. Das andere Tier lebt.

Zur Erklärung der infektionsbefördernden Wirkung des in Tabelle VI erwähnten Exsudates wird man schwerlich die Aggressinhypothese heranziehen müssen. Man müfste denn annehmen, dafs die Aggressine eine Tierpassage durchgemacht hätten. Tabelle VII zeigt, dafs die Unregelmäfsigkeit in der Wirkung abgetöteten Bazillenmaterials durch Kombination mit den sterilisierten und zentrifugierten Bauchhöhlenexsudaten der Infektion erlegener Tiere nicht geändert wird. Dies mufs hervorgehoben werden, weil Bail anzunehmen scheint (9, S. 1925), dafs durch Kombination seiner Aggressine mit abgetöteten Bazillen ein schwereres Krankheitsbild erzeugt werde. Meine Tabelle beweist, dafs dies keineswegs die Regel ist. Die letzten Versuche der Tabelle VII zeigen, dafs auch die durch abgetötete Bazillen erzeugten Peritonealexsudate, selbst zentrifugiert, keineswegs indifferent sind.

Fafst man das Ergebnis dieser lediglich den Typhusbazillus betreffenden Versuche zusammen, so erkennt man, dafs das von Bail angegebene Faktum der infektionsbefördernden Wirkung derartiger sterilisierter Exsudate im allgemeinen richtig ist. Man ist aber meines Erachtens deshalb nicht zu denselben Schlüssen berechtigt, die Bail aus seinen Versuchen zieht. Bedenkt man, dafs die nicht zentrifugierten Exsudate an sich giftig wirken, dafs deren Giftigkeit aber durch ausgiebiges Zentrifugieren immer geringer wird, und dafs aber ein Ausschleudern aller Bazillen selbst bei mehrfacher Anwendung der Zentrifuge für gewöhnlich nicht gelingt, so ist wohl Grund zu folgender Annahme vorhanden: Das wirksame Agens der sterilisierten Exsudate sind die abgestorbenen oder abgetöteten Bazillen, möglicherweise auch Trümmer oder abgesprengte oder abgespülte Partikelchen derselben. Selbst die genügend zentrifugierten und sterilisierten Exsudate sind demnach nicht als etwas absolut Indifferentes zu betrachten, wenn auch ihre Gefährlichkeit ganz bedeutend reduziert ist. Ihre Gefährlichkeit tritt aber zutage, wenn man ein derartiges Exsudat mit solchen Dosen lebender Bazillen, welche ein Tier krank machen, kombiniert. Der an sich gefährdete Organismus wird

nunmehr stärker reagieren und eventuell erliegen, wenn die Dosis der lebenden Bazillen nahe der letalen liegt. Da aber, wie oben gezeigt worden ist, unsere Virulenzbestimmung nicht als ein exaktes Mafs anzusehen ist — wir können ja auch bei eingetretenem Tode des Versuchstieres nicht wissen, ob die Dosis letalis nicht bereits überschritten war —, so glaube ich derartigen Aggressinversuchen, also der Kombination von Bakterien mit sterilen, entweder durch dieselbe oder durch eine andere Keimart hervorgerufenen pathologischen Exsudaten eben wegen dieses Mangels an Exaktheit für die Forschung nur einen recht bedingten Wert zusprechen zu müssen. Damit decken sich meine Anschauungen in der Hauptsache mit den Dörrschen Ausführungen. Gestützt wird diese Auffassung durch die Beobachtung, dafs derartige sterile und nach Möglichkeit von den Bazillen befreite Exsudate, kombiniert mit abgetöteten Bazillen, die bekannte Unregelmäfsigkeit der Wirkung abgetöteten Infektionsmaterials nicht verändern. Es soll aber nicht behauptet werden, dafs Bakterien oder Bakterienteile das wirksame Agens solcher Exsudate einzig und allein sein müfsten. Was für Stoffe aber die Forschung in ihnen auch noch nachweisen mag, wahrscheinlich wird man der Hypothese von der Bildung von Angriffsstoffen dabei entraten können. Denn selbst die Frage der Immunisierung mittels entsprechend präparierter Exsudate läfst sich wohl, wenigstens soweit Typhus in Betracht kommt, im Rahmen des bisher Bekannten beantworten: Vorbehandlung von Tieren mit geringen Dosen toter oder lebender Bazillen schiebt die Infektionsgrenze heraus, und das entsprechende Pfeiffersche Stadium der Krankheit tritt dann erst bei einer wesentlich höheren Dosis ein. Wahrscheinlich ist dasselbe bei der sogenannten Aggressinimmunität der Fall, wenn sie überhaupt ausschliefslich spezifisch ist und nicht eine Art Resistenzwirkung mitspielt. Ganz verworfen werden mufs aber die Aggressinhypothese in ihrer weitgehenden Verallgemeinerung, die ihren beredten Ausdruck in folgendem, schon oben zitierten Passus findet: »Der Organismus des Versuchstieres kann unmöglich auf die Einspritzung jedes Bazillus jedesmal anders reagieren, er kann nor-

malerweise nur Schutzvorrichtungen gegen das Eindringen von Bakterien überhaupt nicht gegen die Infektion besonderen Bakterien besitzen.« (9)

Bei näherer Betrachtung zerfällt die Aggressinlehre in zwei gesondert zu behandelnde Fragen: Einmal ist es die Lehre von der Bildung von Angriffsstoffen der Bakterien, worüber soeben gesprochen wurde; anderseits ist es die Frage, ob mit der Bakterizidie alle wesentlichen Erscheinungen der nicht antitoxischen Immunität erschöpft sind. Für die Septikämieerreger wird dies von den meisten Forschern verneint; für die Halbparasiten im Sinne Bails ist diese Frage wohl noch nicht vollkommen abgeschlossen, und hier können die Bailschen Untersuchungen neue Anregungen bringen, was ohne Widerspruch mit dem Inhalte des vorhergehenden Abschnittes gesagt werden kann, ohne dafs hierauf näher eingegangen zu werden braucht, zumal, wie erwähnt, meine Experimente aus äufseren Gründen vorzeitig abgebrochen werden mufsten, und da vor allen Dingen über die Beziehungen der sogenannten Aggressine zu den bakteriziden Immunseris von berufener Seite Veröffentlichungen zu erwarten sind. Wenn uns aber Bail neue Mittel und Wege zur Immunisierung gegen Septikämieerreger gezeigt hat, so wird das seine Anerkennung finden, wie auch immer die Erklärung sein mag, die eine spätere Zeit für diese Erscheinungen gibt.

Literatur.

1. Bail, Untersuchungen über Typhus- und Choleraimmunität. Archiv für Hygiene, Bd. 52, S. 272 ff.
2. Hoke, Über Bakterizidie im normalen und im infizierten Organismus und über die Schutzorgane des Körpers gegen Infektionserreger. Zeitschrift für Heilkunde 1904.
3. Friedberger, Die bakteriziden Sera, Handb. d. pathogenen Organismen von Kolle und Wassermann, IV. Bd., I. Teil.
4. Bail, Untersuchungen über die Aggressivität des Choleravibrio, Archiv für Hygiene, 53. Bd., H. 4, S. 302 ff.
5. Kikuchi, Untersuchungen über den Shiga-Kruseschen Dysenteriebazillus, Archiv für Hygiene, Bd. 52.

6. Weil, Untersuchungen über Infektion und Immunität bei Hühnercholera, Archiv für Hygiene, Bd. 52.
7. Salus, Neue biologische Beziehungen zwischen Koli- und Typhusbakterien, zugleich ein Beitrag zur Lehre vom Aggressin, Archiv für Hygiene 1906, Bd. 55, H. 4.
8. Kruse, Bemerkungen über Infektion, Immunität und Heilung, Zieglers Beiträge 1893, Bd. 12.
9. Bail, Beziehungen zwischen Aggressivität und Leibessubstanz von Bakterien, Münchener medizinische Wochenschrift 1905, Nr. 39 u. 40.
10. Bail, Über Giftwirkung von Tuberkelbazillen beim Meerschweinchen, Wiener klinische Wochenschrift 1905.
11. Bail, Der akute Tod von Meerschweinchen an Tuberkulose, Wiener klinische Wochenschrift 1905, Nr. 9.
12. Weil, Die passive Aggressinimmunität bei Hühnercholera, Wiener klinische Wochenschrift 1905, Nr. 16.
13. Weil, Die schützenden Eigenschaften des Blutes von aggressinimmunen Hühnercholeratieren, Archiv für Hygiene, Bd. 54, H. 2.
14. Weil und Nakayama, Die Phagozytosebehinderung des Subtilis durch Subtilisaggressin, Berliner klinische Wochenschrift 1906, Nr. 8.
15. Kikuchi, Untersuchungen über das Dysenterieaggressin, Berliner klinische Wochenschrift 1905, Nr. 15.
16. Kikuchi, Über die Aggressinimmunität gegen den Shiga-Kruseschen Dysenteriebazillus, Wiener klinische Wochenschrift 1905, Nr. 17.
17. Dörr, Über das Dysenterieaggressin, Wiener klinische Wochenschrift 1905, Nr. 42.
18. Dörr, Über die infektionsbefördernde Wirkung steriler Exsudate, Zentralblatt für Bakteriologie, Bd. XLI.
19. v. Pirquet und Schick, Zur Frage des Aggressins, Wiener klinische Wochenschrift 1905, Nr. 17.
20. v. Pirquet und Schick, Überempfindlichkeit und beschleunigte Reaktion, Münchener medizinische Wochenschrift 1906, Nr. 1.
21. Wassermann und Citron, Zur Frage der Bildung von bakteriellen Angriffsstoffen im lebenden Organismus, Deutsche medizinische Wochenschrift 1905, S. 1101.
22. Citron, Die Immunisierung gegen Schweineseuche mit Hilfe von Bakterienextrakten, Zeitschrift für Hygiene, Bd. 52, S. 238 ff.
23. Citron, Über die Immunisierung mit Exsudaten und Bakterienextrakten, Zentralblatt für Bakteriologie, Bd. XL, H. 1.
24 Citron, Über natürliche und künstliche Aggressine, ebendaselbst, Bd. XLI, H. 2.
25. Neifser und Shiga, Über freie Rezeptoren von Typhus- und Dysenteriebazillen und über das Dysenterietoxin, Deutsche medizinische Wochenschrift 1903, Nr. 4.
26. Pfeiffer und Friedberger, Über antibakteriolytische (antiagnostische) Substanzen normaler Sera, Deutsche medizinische Wochenschrift 1905, Nr. 1.

27. Bail und Kikuchi, Bakterizide Reagenzglasversuche mit Choleravibrionen, Archiv für Hygiene, Bd. 53, H. 4.
28. Gruber und Futake, Seroaktivität und Phagozytose, Münchener medizinische Wochenschrift 1906, Nr. 6.
29. Weinstein, Über die Grundlagen und Anwendung der Wrightschen-Opsonintheorie, Berliner klinische Wochenschrift 1906, Nr. 30.
30. Neufeld und Rimpau, Über die Antikörper des Streptokokken- und Pneumokokken-Immunserums, Deutsche medizinische Wochenschrift 1904, Nr. 40.
31. Neufeld und Töpfer, Über hämolytische und hämotrope Sera, Zentralblatt für Bakteriologie 1905, Bd. 39, S. 456.
32. Bail und Weil, Bemerkungen zu dem Aufsatze Citrons »Über natürliche und künstliche Aggressine«, Zentralblatt für Bakteriologie, Bd. 41, H. 5, S. 536.
33. Ballner, Untersuchung über die Aggressinwirkung des Bacillus pneumoniae Friedländer, Zentralblatt für Bakteriologie, Bd. 52, H. 3.
34. Originalbericht über die Tagung der freien Vereinigung für Mikrobiologie am 7., 8. und 9. Juni 1906, Zentralblatt für Bakteriologie, Beilage zu Abt. I, Bd. 38.
35. Neufeld und Rimpau, Weitere Mitteilungen über die Immunität gegen Streptokokken und Pneumokokken, Zeitschrift für Hygiene, Bd. LI, H. 2.
36. Bail und Weil, Unterschiede zwischen aggressiven Exsudaten und Bakterienextrakten, Zentralblatt für Bakteriologie, Bd. 40, H. 3.
37. Bail, Aggressinimmunität gegen Typhusbazillen und Choleravibrionen, Wiener klinische Wochenschrift 1905, S. 228.
38. Citron, Die Immunisierung gegen die Bakterien der Hogcholera (Schweinepest) mit Hilfe von Bakterienextrakten, Zeitschrift für Hygiene, Bd. 53, H. 3.
39. Erben, Über aktive Immunität gegen Rhinosklerom- und Pneumobazillen, Zentralblatt für Bakteriologie, Bd. 41.
40. Weil, Über Aggressinimmunisierung von Schweinen gegen Schweineseuche, Zentralblatt für Bakteriologie, Bd. 41, H. 1.

Nicht mehr im Text konnten erwähnt werden:

Levy und Fornet, Über Filtrataggressine, Deutsche medizinische Wochenschrift 1906, Nr. 26.

Bandi, Über eine Prioritätsfrage in bezug auf Aggressine und aggressinische Vakzine, Zentralblatt für Bakteriologie, Bd. 52, H. 5.

Über den Einflufs der Temperatur auf die agglutinable Substanz.

Von

Ludwig Hirschfeld, cand. med.
aus Warschau.

(Aus dem Hygienischen Institut der Universität Berlin. Direktor: Geh. Med.-Rat Prof. Dr. M. Rubner.)

Die Forschung der letzten Jahre hat eine Fülle von Erscheinungen zutage gebracht, deren Ursachen die Wissenschaft, nicht mächtig genug, näher zu definieren, mit einer Theorie beantwortete, die ihnen Einheitlichkeit, den zum Teil widersprechenden Tatsachen Halt und Inhalt verliehen hatte. Man kannte die Träger der bereits erforschten Erscheinungen nicht, man supponierte sie, nannte sie nach den von ihnen ausübenden Funktionen, schaffte damit eine für jeden Immunitätsforscher verständliche Sprache und ermöglichte dadurch die weitere Forschung. Man suchte auch in die Struktur der supponierten Träger einzudringen, indem man auf sie verschiedene Schädlichkeiten einwirken liefs und nach den verschiedenen Reaktionen auch verschiedene Substrate annahm. Abgesehen von dieser rein biologischen Forschung, suchte man den Tatsachen auch mit anderer Methode (physik.-chem.) und Erklärungen näherzutreten, indem man früher gewonnene Tatsachen anders erklärte oder neue hervorhob. Eine Reihe von eigenen Versuchen scheint mir dafür zu sprechen, dafs bei manchen Erscheinungen sich die beiden Erklärungen nicht widersprechen, indem die in Frage kommende Veränderung sich auf beiden Gebieten zugleich abspielt.

Es handelte sich um die zuerst von Porges[1]) und, unabhängig von ihm, von Dreyer[2]) hervorgehobene Tatsache, dafs die Bakterien, auf 80° erhitzt, ihre Agglutinationsfähigkeit ganz oder teilweise einbüfsen, bei weiterer Erhitzung sie aber wieder erlangen. Meine Versuche in Übereinstimmung mit den inzwischen erschienenen Nachprüfungen von Eisenberg[3]) und Jobling[4]) konnten die Tatsache vollauf bestätigen.

Ich experimentierte, nach dem Vorgange von Porges, mit 16stündigen Typhusagarbazillen, die, in 15 ccm phys. Kochsalzlösung aufgeschwemmt, in einer gemeinsamen Kolben filtriert wurden, um etwaigen Fehlern durch Differenz in der Suspensionsdichte vorzubeugen. Wie die nachfolgende Tabelle ergibt, verschwindet die Agglutination bei 70—90° vollständig, statt dessen begegnete mir ein massiger Niederschlag, der nicht, wie der Bodensatz, bei der regelrechten Agglutination beim Schütteln in feine und feinste Flöckchen überging, sondern sich schlangenartig vom Boden erhob und, als dicke Wolke schwimmend, überhaupt nicht auseinander zu bringen war. Wenn ich die Bakterien längere Zeit erhitzte, so zeigten auch die $B_{80}°$[5]) eine geringe Agglutination und, was von Bedeutung ist, keinen massigen Niederschlag. Auch mufs ich bemerken, entgegen den entsprechenden Tabellen bei Porges, dafs in meinen Versuchen schon nach ½ Stunde dauernder Erhitzung auf 100° die Agglutinationsfähigkeit der Bakterien vollständig hergestellt war. Der Bodensatz bei $B_{100}°$ liefs sich leicht auseinandersprengen, die Flocken waren grob und unregelmäfsig. Einen massigen Niederschlag beschreibt Porges bei $B_{100}°$, ich fand ihn, wie gesagt, blofs bei $B_{70}°$, $B_{80}°$, $B_{90}°$ bei weniger intensiver Erhitzung; dafs er nicht spezifisch war, ergibt sich aus seinem Vorhandensein in Kontroll-

---

1) Zeitschrift für exp. Pathologie und Therapie, 1905.

2) British med. journ. 1904.

3) Zentralblatt f. Bakt., Bd. XLI.

4) Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten, Bd. LIII.

5) B. l., B_{60}, B_{70}, B_{80} etc. — damit bezeichne ich Bakterien, die nicht erhitzt, oder auf 60, 70, 80° erhitzt worden sind.

röhrchen. Auf seine Bedeutung für die Agglutination werde ich später zurückkommen. Mit der Bestimmung des Zeitpunktes, bei welchem die Agglutination bei $B_{100}{}^0$ stattfindet, befinde ich mich ebenfalls in Übereinstimmung mit obigen Autoren, dafs nämlich die Agglutination bei $B_{100}{}^0$ bedeutend später auftritt. Ich lasse einige meiner Protokolle folgen:

Tabelle I.

	1:100	1:200	1:500	1:1000	1:2000	1:4000	1:8000	1:16000	NaCl	
B. 1.	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+	0	1 Stunde erhitzt
B. 60°	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	±	0	
B. 70°	Haufen	Haufen	Haufen	Haufen	Haufen	Haufen	Haufen	Haufen	Haufen	
B. 80°	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
B. 90°	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
B. 100°	+++	+++	++	++	+	0	0	0	0	
B. 1.°	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+	0	2 ½ Stunden erhitzt
B. 60°	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+	0	
B. 70°	+	+	+	+	0	0	0	0	0	
B. 80°	+	+	+	+	±	0	0	0	0	
B. 90°	+	+	+	+	0	0	0	0	0	
B. 100°	+++	+++	+++	+++	++	0	0	0	0	
B. 100°	+++	+++	+++	+++	++	+	0	0	0	5 Stdn. im strömenden Dampf

Für diese Erscheinung sind nun folgende Erklärungen gegeben worden:

I. Aus den Untersuchungen von Kraus[1]) und Pirquet, Buxton[2]) und Vaughan, Dreyer[3]), Neifser[4]), Shiga[5]), Eisenberg u. a. ist bekannt, dafs unter gewissen Umständen ein Teil der Rezeptoren von den Zellen abgespalten wird, die, als »freie Rezeptoren«, ihre Bindungsfähigkeit für Agglutinine bzw. Immunkörper beibehalten. Die Abspaltung geht am reichlichsten bei erhöhter Temperatur vor sich, doch sind sie auch

1) Zentralblatt für Bakteriologie, Bd. XXXII.

2) Journ. of med. res., Vol. XII.

3) Brit. med. Journ., 1904.

4) Zentralblatt für Bakteriol., Bd. XXXVI.

5) Zeitschrift für Hygiene, Bd. XLI.

normal in bakterienfreien Filtraten zu finden, wenn auch nicht so zahlreich. Sie besitzen eine gröfsere Affinität für das Agglutinin als die gebundenen, denn sie hemmen die Agglutination, indem sie das Agglutinin binden oder, umgekehrt, sie verringern die Hemmungszone, indem sie die Proagglutinoide besetzen.

Nun, wenn wir die Bakterien auf 70—90^0 erhitzen, gehen die Rezeptoren in gesteigertem Mafse in die Lösung über und, indem sie die Agglutinine binden, bewirken sie das Fehlen der Reaktion. Bei längerem Erhitzen auf 100^0 werden aber die freien Rezeptoren zerstört (die an den Bakterien sitzenden werden also aprioristisch als hitzebeständiger angenommen, wohl in Ana logie mit identischem Verhalten im Serum, das durch Erhitzen auf 60—65^0 hemmend wirkte), beim weiteren vorsichtigen Erhitzen auf 70—75^0 durch Zerstörung der Agglutinoide die fällende Kraft wieder bekommen (Scheller[1]). Dadurch fällt das hemmende Moment weg, die Bakterien werden agglutiniert, wenn auch nicht in so hohen Verdünnungen wie die nativen, da ein Teil der früheren (hitzebeständigeren?) in die Lösung übergegangen und dort vernichtet sein mufste.

II. Die zweite Theorie (Porges)[2]) sucht dies Verhalten auf physikalisch-chemischem Wege zu erklären:

Porges[3]) und andere fanden, dafs der Suspensionszustand der Bakterien durch ihr Eiweifs bedingt ist. Nun macht Porges[4]) die physikalisch-chemischen Zustandsänderungen des Bakterieneiweifses beim Erhitzen für die Agglutinationshemmung verantwortlich, indem, im kurzen wiederholt, er folgendermafsen deduziert:

Die Ausflockung zweier sich fällenden Kolloide ist von der Stabilität ihrer Suspensionen abhängig, weshalb jede Erhöhung der Stabilität des einen oder anderen Komponenten (in unserem Falle des Serums oder des Bakterieneiweifses) in der Hemmung der Ausflockung sich äufsern mufs: in der Bildung also von

1) Zentralblatt für Bakteriologie, Bd. XXXVI u. XXXVIII.
2) Zeitschrift für exp. Path. und Therapie, 1905.
3) Zentralblatt f. Bakteriologie, Bd. XL.
4) Wiener klinische Wochenschr., 1905.

Hemmungszonen oder vollständiger Hintanhaltung jeder Reaktion bei erhitzten Bakterien. Er beweist es auch, indem er zeigt, daſs die auf 80° erhitzten Bakterien am schwersten auszusalzen sind, d. h. daſs die Suspensionsstabilität bei ihnen am höchsten steht. Die erhöhte Suspensionsstabilität ist nach ihm dem Abbauen des Bakterienproteins zu verdanken, das beim weiteren Erhitzen weiter denaturiert wird und also seine hemmende Funktion einbüſst. Deshalb sollen auch Stoffe, die die Zustandsänderungen des Eiweiſses beim Erhitzen verhindern, auf die Suspensionsstabilität herabsetzend wirken und die Agglutination auch bei den auf 70—90° erhitzten Bakterien ermöglichen (Porges — Formalin, Pick — Harnstoff, Eisenberg und Volk — hohe Salzkonzentrationen). Damit entgeht er auch der Schwierigkeit, indem er die Hemmungs- und Bindungsrolle an zwei verschiedene Substanzen verteilt — der Schwierigkeit, daſs die freien Rezeptoren ihre hemmenden Funktionen beim weiteren Erhitzen eingebüſst haben, die an Bakterien gebundenen aber ungestört ihre bindenden erfüllen können.

Diese beiden Theorien haben, abgesehen von ihrer allgemeintheoretischen Differenz, daſs die eine auf chemischer, die andere auf physikalisch-chemischer Basis fuſst, das Gemeinsame, daſs sie das oben beschriebene Phänomen auf irgendwelche Funktionen eines bei dem Erhitzen neu entstehenden Körpers zurückführen.

Wenn wir nun von dieser Hypothese ausgehen und weiter deduzieren wollen, so müssen wir imstande sein, folgende Reaktionen mit der erhitzten Aufschwemmung vorzunehmen:

I. Durch wiederholtes Waschen der auf 70—90° erhitzten Bakterien und Entfernen der beim Zentrifugieren gewonnenen obenstehenden Flüssigkeit muſs sich das hemmende Agens entfernen lassen.

II. Durch Hinzufügen der von den auf 70—90° erhitzten Bakterien beim Zentrifugieren gewonnenen obenstehenden Flüssigkeit zu einer lebendigen Aufschwemmung werden wir bei ihnen die Hemmung erzielen können.

III. Durch wiederholtes Waschen der auf 100° erhitzten Bakterien dürfen wir keine Veränderung der Agglutination bewirken.

IV. Müssen wir die Bindungsfähigkeit der auf 80° und auf 100° erhitzten, gewaschenen Bakterien sowie der abzentrifugierten Flüssigkeiten bei denselben berechnen. Dabei sollen wir folgende Resultate bekommen:

Bei der chemischen Erklärungsweise sollen die gewaschenen nativen Bakterien das meiste binden, die auf 80° erhitzten und gewaschenen sollen weniger binden, da ja ein Teil der spezifischen Rezeptoren in die Lösung übergegangen sein sollte; die auf 100° erhitzten und gewaschenen sollen entweder soviel binden wie die auf 80° erhitzten oder aber weniger, wenn die Ablösung der spezifischen Rezeptoren andauert. Dabei soll die abzentrifugierte Flüssigkeit bei nativen Bakterien in der Mitte zwischen den auf 80° und 100° erhitzten stehen (da sie die normaliter vorhandenen freien Rezeptoren enthält), die von den auf 80° erhitzten Bakterien soll das meiste binden, da sie ja ihre Hemmungskraft am mächtigsten entfaltet; die Bindungsfähigkeit der von den auf 100° erhitzten Bakterien abzentrifugierten Flüssigkeit soll am geringsten sein, da die hohe Temperatur die freien Rezeptoren untergehen läfst.

Bei der physikalisch-chemischen Erklärungsweise sollen die nativen wie die auf 80° und 100° erhitzten, sowie die entsprechenden abzentrifugierten Flüssigkeiten ungefähr das Gleiche binden, da ja nach der Theorie die Veränderung nicht in den spezifischen Rezeptoren sondern in den für die Bindung indifferenten Eiweifsstoffen der Bakterie zu suchen ist.

I. Die erste Forderung erfüllt bereits Porges, indem er bei den auf 80° erhitzten Bakterien nach dem Auswaschen die Agglutination wiederkehren sah. Auch bei dem Bact. Friedländeri gelang es ihm, durch Entfernung des schon normal in Überschufs gebildeten Proteins die Suspensionsstabilität herabzusetzen. Indessen bei meiner Nachprüfung konnte ich das nicht erzielen, auch nach wiederholtem Waschen erzielte ich keine Agglutination. Ich will aber bemerken, dafs ich bei den abzentrifugierten Flüssigkeiten von B_{80} regelmäfsig eine Agglutination fand. — Aus Gründen, die ich später auseinandersetzen

werde, bin ich geneigt, diesen Befund mit dem obigen von Porges zu identifizieren.

II. Der zweiten Forderung ging ich nach, indem ich folgenden Versuch anstellte:

Tabelle II.

Lebende Typhusaufschwemung wird in der Menge von 0,6 in Reagenzgläser verteilt; zu der einen Gruppe wird alsdann 0,3 phys. NaCl-Lösung, zu der anderen 0,3 der von $B_{80}{}^0$ abzentrifugierten Flüssigkeit zugesetzt.

	1 : 4000	1 : 8000	1 : 16000	1 : 32000	NaCl
Leb. B. + NaCl .	+++	+++	+	0	0
Leb. B. + C_{80} . .	+++	+++	+	0	0

Also keine Spur von Hemmung.

Porges machte ebenfalls diesen Versuch mit demselben Resultat; deshalb verlegt er auch die Wirkungsweise der Hemmungskörper in die Bakterienzelle hinein. Mit der Theorie der freien Rezeptoren scheint mir dieser Befund unvereinbar. Man könnte allerdings dafür in der Quantitätsdifferenz der im Versuche zugesetzten und bei den auf 80° erhitzten Bakterien wirkenden freien Rezeptoren Erklärung suchen. Indessen, da die abzentrifugierte Flüssigkeit keine oder beinahe keine (Porges) Spur von Wirkung entfaltet, erscheint mir diese Annahme zu gezwungen.

III. Dieser Versuch ist von Jobling angestellt worden; er erzielte durch wiederholtes Waschen der auf 100° erhitzten Bakterien einen beinahe vollständigen Schwund der spezifischen Rezeptoren und, umgekehrt, eine starke Agglutination (oder Präzipitation) in der abzentrifugierten Flüssigkeit. Ich werde später auf seine Versuche zurückkommen, jetzt sei erwähnt, daſs, wenn man über 24 Stunden wartet, man regelmäſsig eine mehr oder weniger starke Agglutination bei auf 100° erhitzten und gewaschenen Bakterien, die sogar an 1 : 2000 heranreicht, vorfindet, also an Verdünnung, die demselben Stamme auch ungewaschen zukommt. Dabei ist die Bindungsfähigkeit äuſserst gering. Die

Dicke des Bodensatzes variiert, indessen können wir darauf wenig Wert legen, da ja die Bakterien beim Zentrifugieren im gröſseren oder geringeren Grade verloren gehen.

IV. Indem ich in Beantwortung dieser Frage zu meinen Protokollen übergehe, muſs ich die Technik und die allgemeinen Bemerkungen vorausschicken.

Tabelle III.

Nach 1stündiger Erhitzung.

	1 : 20	1 : 50	1 : 100	1 : 200	1 : 500	1 : 1000	1 : 2000	Na Cl
B. l. g. . . .	++	++	+++	+++	+++	+++		0
B. 80 g. . .	0	0	0	0	0	0		0
B. 100 g. . ,	+	+	+	+	+	+		0
C. l. . . .	+	+	++	++	+++	+++		0
C. 80 . . .	+	+	+	∓	∓	0		0
C. 100 . . .	+	+	+	∓	∓	0		0
B. l. g. . . .	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	0
B. 80 g. . .	0	0	0	0	0	0	0	0
B. 100 g. . .	0	+	+	+	+	+	+	0
C. l.	+	+	++	++	++	++	+	0
C. 80 . . .	+	+	+	∓	∓	0	0	0
C. 100 . . .	+	+	±	∓	∓	0	0	0
B. l. g. . . .	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	0
B. 80 g. . .	0	0	0	0	0	0	0	0
B. 100 g. . .	++	++	++	++	+++	+++	+	0
C. l.	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	0
C. 80 . . .	+	+	++	++	+	∓	∓	0
C. 100 . . .	+	+	++	++	+	±	∓	0
B. l. g. . . .	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	0
B. 80 g. . .	0	0	0	0	0	0	0	0
B. 100 g. . .	++	++	++	+++	+++	+++	+	0
C. l.	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	0
C. 80 . . .	+	+	++	++	+	±	0	0
C. 100 . . .	+	+	++	++	+	±	0	0

Bemerkungen:

Bakterien lebend gewaschen . . . . = B. l. g.
» 80° » . . . . = B. 80 g.
» 100° » . . . . = B. 100 g.
Abzentrifugierte Flüssigkeit von B. l. . = C. l.
» » » B. 80 . = C. 80.
» » » B. 100 = C. 100.

Zur Untersuchung gelangten 16 stündige Typhusagarkulturen, die ich in 5 ccm physiol. NaCl aufschwemmte und, wie ich schon früher angegeben habe, in einem gemeinsamen Erlenmeyerschen Kolben filtrierte. Die dadurch gewonnene Flüssigkeit wurde in drei Portionen geteilt, die eine im Eisschrank und Dunkelaufbewahrt, die anderen auf 80° und 100° erhitzt. Darauf wurde zentrifugiert, die abzentrifugierten Flüssigkeiten auf ihre Agglutinations- bzw. Bindungsfähigkeit untersucht, der Rückstand in physiol. NaCl wieder suspendiert, zentrifugiert etc. Die angegebenen Protokolle wurden, nach dem Vorgange von Eisenberg, erst nach 40 Stunden aufgenommen, ich untersuchte aber die Reihen öfters, um mich über den Zeitpunkt des Eintritts zu orientieren. Ich muſs bemerken, ganz in Übereinstimmung mit Jobling, daſs die abzentrifugierten B_e und B_{100} leicht in den Suspensionszustand zu bringen waren, während B_{80} umgekehrt eine fadenziehende, schleimige Masse darstellten, die beinahe gar nicht zu suspendieren war: es lösten sich mehr oder weniger groſse Flocken ab, etwas trübte sich die Flüssigkeit, doch in sehr geringem Grade.

Aus den Protokollen ergibt sich folgendes:

1. Nach wiederholtem Waschen lassen sich die auf 80° erhitzten Bakterien nicht agglutinieren.
2. Die von den auf 80° erhitzten Bakterien abgehobene Flüssigkeit ergibt regelmäſsig eine Agglutination.
3. Die Agglutination bei C_{80} steht der Agglutination bei C_e bedeutend nach.
4. Die Agglutination bei den auf 100° erhitzten und gewaschenen Bakterien gleicht beinahe ganz den erhitzten und ungewaschenen.
5. Die von B_{100} abgehobene Flüssigkeit ergibt eine Agglutination (bzw. Präzipitation), die der bei C_e bedeutend zurücksteht, der bei C_{80} beinahe vollständig gleicht.

Jobling fand ebenfalls eine starke Präzipitation bei C_{80} und C_{100}. Wie aus meinen Versuchen zu ersehen ist, ist sie für die erwähnten Temperaturen nicht charakteristisch, da sie auch C_e, und in viel stärkerem Grade, zukommt. Deshalb glaube ich,

seine Annahme, dafs die agglutinable Substanz (also die fällbare und die bindende Gruppe) aus den Bakterien beim Erhitzen zum gröfsten Teile in Lösung geht, abweisen zu müssen. Was die chemischen Theorien anbelangt, so läfst sich schwer der Befund, dafs die auf 80° erhitzten und gewaschenen Bakterien sich nicht agglutinieren lassen, und dafs C_{80}, die blofs die freien Rezeptoren enthalten soll, eine Agglutination aufweist, in ihren Rahmen fügen. Ich habe die abzentrifugierten Flüssigkeiten mikroskopisch untersucht: sie enthalten eine geringe Zahl von Bakterien und Bakterientrümmern. Da der massige Niederschlag bei C^{80} nicht zu sehen war, liegt die Annahme nahe, dafs er eben die Hemmungsrolle bei auf 80° erhitzten Bakterien ausübt. In diesem Sinne sprechen meine Versuche mehr für die physikalisch-chemische Erklärungsweise. Indessen scheint mir die Frage, auf welche Weise bewirkt der schleimige Niederschlag die Hemmung, noch offen zu stehen. Porges denkt an die Erhöhung der Suspensionsstabilität bei auf 80° erhitzten Bakterien. Seine diesbezüglichen Versuche, äufserst wertvoll als Stütze seiner Anschauung über die Identität der Reaktion der Kolloide mit Agglutination, besagen in diesem Falle nichts mehr, als dafs die B_{80} eben nicht zu agglutinieren sind.

Meine Bindungsversuche ergeben eindeutig, dafs ein grofser Teil der spezifischen Rezeptoren bei der Erhitzung vernichtet sein mufste, denn die nativen Bakterien binden in sämtlichen Versuchen mehr wie die erhitzten. Es kann sich auch nicht um den Übertritt der Rezeptoren in die Lösung handeln, denn, wie aus der Tabelle hervorgeht, die C_{80} ebenfalls weniger bindet wie C_e. Eisenberg u. Volk, Scheller[1]) u. a. geben allerdings an, dafs die erhitzten ungewaschenen Bakterien binden. Woran das liegt, ob vielleicht an eine Aviditätssteigerung beim Zusammenwirken von diesen beiden Substanzen (B + C) zu denken ist, vermag ich nicht zu entscheiden.] Dann ist vom Standpunkte der chemischen Theorie aus unverständlich, warum C_{80} weniger bindet wie C_e, man sollte ja, wie gesagt, das Umgekehrte

1) Siehe oben.

erwarten. Auch auf eine Erscheinung möchte ich zurückkommen: auf die oft beobachtete Hemmungszone bei erhitzten und gewaschenen Bakterien. Da sie hier weder auf Agglutinoide (da sie ja bei lebenden Bakterien mit derselben Serumquantität und Qualität fehlt) noch auf irgendwelche hemmenden Funktionen von seiten der freien Rezeptoren (die ja entfernt werden) zurückgeführt werden kann, ist die Erklärung vielleicht darin zu suchen, dafs durch den Überschufs des fällenden Kolloids die Fällung aufgehoben werden kann. Auch Eisenberg[1]) beobachtete wiederholt, dafs in einer gröfseren Bakterienmenge die Agglutination auftrat, in kleineren ceteris paribus kam sie nicht zustande. Da in unserem Falle die Zahl der Bakterien mit der der gebundenen Rezeptoren zu identifizieren ist, so mufste ein sehr starker Verlust an agglutinabler Substanz stattgefunden haben, wie es auch durch die Bindungsversuche bestätigt worden ist.

Tabelle IV. Bindungsversuch.

Die von der Mischung: Bact. bzw. C + S abzentrifugierte Flüssigkeit wird auf ihre Agglutinationsfähigkeit einer lebendigen (15 ccm)-Aufschwemmung gegenüber untersucht. Titer (1 : 16000) auf den ursprünglichen Wert berechnet.

Die abzentrifugierte Flüssigkeit von:	1 : 5000	1 : 7500	1 : 10000	1 : 15000	NaCl
B. l. . . .	++	∓	0	0	0
B. 80 . . .	+++	++	++	0	0
B. 100 . .	+++	+++	+++	0	0
C. l. . . .	++	+	∓	0	0
C. 80 . . .	+++	++	+	0	0
C. 100 . .	+++	+++	++	±	0
B. l. . . .	±	0	0	0	0
B. 80 . . .	+++	+++	+++	+	0
B. 100 . .	+++	+++	+++	+	0
C. l. . . .	±	0	0	0	0
C. 80 . . .	+	+	+	0	0
C. 100 . .	++	++	++	+	0
B. l. . . .	+	0	0	0	0
B. 80 . . .	+++	+++	+++	+	0
B. 100 . .	+++	+++	+++	+	0
C. l. . . .	±	0	0	0	0
C. 80 . . .	++	+	+	0	0
C. 100 . .	+++	+++	++	+	0

1) Siehe oben.

Noch eins ist von prinzipieller Bedeutung: die geringfügige Bindung der erhitzten und gewaschenen Bakterien (s. Jobling) trotz der starken Agglutination. Man sieht, dafs das stark in seiner Lebens- bzw. Lösungsmöglichkeit geschädigte Bakterieneiweifs auch durch ganz minimale, von ihm noch gebundene Agglutininmengen ausgefällt wird. Die von Porges beobachtete Empfindlichkeit der auf 100° erhitzten Bakterien gegen Salze stimmt mit diesem Befunde sehr gut überein. Ein ähnlicher Befund ist von Citron[1]) bei Mäusetyphus und Schweinepest beschrieben worden. Dafs die auf 100° erhitzten Bakterien die spezifischen Rezeptoren nicht entbehren, ergibt sich nicht blofs aus der regelrechten Agglutination, sondern auch dadurch, dafs sie eine immunisatorische Funktion ausüben können (Jobling). Den Schlufs zu ziehen, dafs der immunisatorische Rezeptor von dem das Agglutinin bindenden verschieden ist, ein Schlufs, der vielleicht zu Recht bestünde, wenn die auf 100° erhitzten Bakterien keine Agglutination zeigen würden, wie es Jobling angibt, scheint mir auf Grund meiner Versuche unzulässig.

Wie wir aus vorigen Ausführungen schliefsen dürfen, spielen sich beim Erhitzen mehrere Veränderungen ab: es wird das Bakterieneiweifs in eigentümlicher Weise modifiziert, dafs es die B_{80} an der Ausfällung verhindert. Allerdings ist schwer zu beurteilen, ob auch die Bindung durch die schleimige Masse beeinflufst wird, dagegen spricht die beinahe identische Bindung der B_{80} mit den auf 100° erhitzten, die ja die schleimige Masse entbehren, dafür die überhaupt geringe Bindung der auf 80° erhitzten und gewaschenen Bakterien. Im ersten Falle mufste man die für den spezifischen Rezeptor verhängnisvollste Temperatur zwischen 70—90° suchen, im zweiten wäre sie in 80 bis 100° zu verlegen, vorausgesetzt natürlich, dafs nicht die beiden Prozesse (Behinderung der Bindung und Untergang der Rezeptoren) hier zugleich mitspielen. Aus der Tabelle, die die Bindungsfähigkeit der abzentrifugierten Flüssigkeiten angibt, ist zu

1) Zeitschrift für Hygiene, 1906.

ersehen, dafs $C_e > C_{80} > C_{100}$, dafs also der Untergang der spezifischen Rezeptoren auch bei höheren Temperaturen andauert. (Aus der geringen Bindungsfähigkeit der B_{100}, trotz der starken Agglutination auf die Verschiedenheit der hier wirkenden Rezeptoren mit denen bei lebendigen Bakterien im Sinne von Joos[1]) zurückführen zu wollen, scheint mir nach den Absorptionsversuchen von Porges[2]), Eisenberg[3]) und Volk und Scheller[4]) mit erhitzten, ungewaschenen Bakterien gewagt.)

Dies alles stellt die Befunde in wesentlichen Gegensatz zu der bis jetzt geltenden Anschauung, dafs die fällbare Gruppe labiler ist wie die bindende. Es scheint mir, dafs sie sich nicht gut mit den neugewonnenen Tatsachen der wiederkehrenden Agglutination in Einklang bringen läfst, und wenn ich auf Grund meiner Bindungsversuche daran festhalten zu müssen glaube, dafs die agglutinable Substanz aus zwei getrennten Komponenten besteht, so scheint mir die genaueste Nachprüfung der neugewonnenen Tatsachen sehr vonnöten. Was speziell die Frage der ausgebliebenen Agglutination bei 80° anbelangt, so stimme ich vollständig mit Porges überein, dafs die Erhitzung in diesem Falle nicht die agglutinable Substanz betrifft sondern die in gewissem Sinne für die Agglutination indifferenten Bakterienteile beeinflufst. Ob hier eine Umhüllung oder vielleicht Bindung der agglutinablen Substanz durch modifizierte Eiweifsstoffe, die später weiter verändert werden und die spezifische Substanz freilassen, stattfindet, vermag, glaube ich, die biologische Methode, derer ich mich in dieser Arbeit bedient habe, nicht zu lösen.

Ich fasse das Hauptergebnis meiner Untersuchungen zusammen:

1. Die Agglutination bei auf 70—90° erhitzten Bakterien stört das durch die Erhitzung auf diese Temperatur modifizierte Bakterieneiweifs (Porges),

1) Zentralblatt für Bakteriologie, Bd. 33, Zeitschrift für Hygiene, Bd. XL.
2) Siehe oben.
3) Zeitschrift für Hygiene, 1902.
4) Siehe oben.

2. die spezifischen Rezeptoren gehen beim Erhitzen zum grofsen Teile zugrunde,
3. die fällbare Gruppe wird so empfindlich, dafs sie durch die geringsten Mengen von noch gebundenen Agglutininmengen oder Salzen (Porges) zur Ausfällung zu bringen ist.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geh. Medizinalrat Prof. Rubner, bin ich für das meinen Versuchen gezeigte Interesse, sowie Herrn Prof. Ficker für Anregung zu dieser Arbeit und seine wertvolle Unterstützung zum besten Dank verpflichtet.

Experimentelle Untersuchungen über das Wachstum des Diphtheriebazillus im Tierkörper und über die Herkunft seines Giftes.

Von

Dr. **Gottlieb Salus.**

Aus dem hygienischen Institute der deutschen Universität in Prag. (Vorstand Prof. F. Hueppe.)

Während noch vor wenigen Jahren von einer Anzahl von Autoren dem Löfflerschen Bazillus seine Stellung als Urheber der Diphtherie strittig gemacht wurde, kann dieser Streit heute als im positiven Sinne entschieden gelten, da die damaligen Gegner unter der Wucht der praktischen Erfolge der Serotherapie und Prophylaxe den Kampf eingestellt haben.

Vielmehr macht sich seit einiger Zeit eine gegenteilige Strömung bemerkbar: man erblickt nicht nur in der Giftigkeit, sondern auch in der Proliferation des Diphtheriebazillus eine Gefahr für den Organismus, der man entgegentreten müsse.

Die betreffenden Autoren (Wassermann, Bandi, Concetti, Bandi und Gagnoni u. a.) wollen dem Diphtheriebazillus in noch wirksamerer Weise zu Leibe gehen und die Erfolge von Behrings antitoxischer Therapie noch dadurch potenzieren, dafs sie nicht blofs gegen das fertige Gift ankämpfen, sondern gleich von vornherein die Vermehrung des Diphtheriebazillus nicht zulassen.

Von diesen antibakteriellen oder antiinfektiösen Mafsnahmen verspricht man sich eine noch wirksamere prophylaktische Immunisierung und — besonders in Kombination mit der bewährten antitoxischen Behandlung — eine weitere Steigerung der serotherapeutischen Heilerfolge.

In erster Reihe dachte man an die oft beobachtete Tatsache, dafs man auch bei vielen mit antitoxischem Serum behandelten Diphtheriekranken selbst nach Wochen, ja mitunter nach Monaten im Rachenschleim einzelne Diphtheriebazillen durch Züchtung nachweisen könne. Für den Träger selbst unschädlich, solange noch Antitoxin in seinem Blute kreist, können sie bei Übertragung einem andern gefährlich werden, indem sie — der neutralisierenden Wirkung des Antitoxins entrückt — neuerlich Vergiftung bedingen können. In diesem Sinne hat Wassermann schon im Jahre 1902 die Herstellung eines bakteriziden Pferdeserums empfohlen. Freilich glaube ich, dafs man von vornherein gegen die Erfolge eines solchen Verfahrens zweierlei Bedenken hätte äufsern müssen. Zunächst ist die Zahl der gesunden Bazillenträger eine weit gröfsere als die der kranken, und die Vernichtung der Bazillen blofs in den letzteren würde die Prophylaxe nicht in dem von diesen Autoren erwarteten Mafse fördern. Sodann ist es sehr fraglich, ob die bakteriziden Antikörper in solchen Mengen in den Schleim und Speichel übergehen, um die auf den Schleimhäuten übriggebliebenen Bazillen in wirksamerer Weise zu zerstören, als es die lokal angewandten Antiseptika tun, die hierfür von Löffler empfohlen wurden.

Weiter haben Bandi 1903 und Bandi und Gagnoni 1906 Verfahren ausgearbeitet, um teils aktiv durch Vakzination, teils passiv und aktiv zugleich durch »Serovakzination« einen bakteriziden neben dem antitoxischen Einflufs auszuüben. Diese Methoden befinden sich noch im ersten Versuchsstadium.

Vor allem ergibt sich nun die Notwendigkeit, festzustellen, welchen Einflufs wir der Bazillenvermehrung bei der Diphtherieerkrankung überhaupt beizumessen haben.

Diese Frage gewinnt auch ein bedeutendes theoretisches Interesse in ihrem Zusammenhange mit der in letzter Zeit so viel diskutierten Frage nach der Existenz der »Aggressine«.

Bekanntlich haben Bail und seine Mitarbeiter (Weil, Hoke, Kikuchi) den Nachweis erbracht, daſs man die von Kruse vermuteten, die Infektion begünstigenden Eigenschaften tatsächlich demonstrieren könne, und daſs ganz besonders die durch Einverleibung einer bestimmten Bakterienart erzeugten Ödemflüssigkeiten und Exsudate auch in sterilem Zustande die Haftung und Vermehrung der betreffenden Bakterienart im Tierkörper befördern. Es wurde auch gezeigt, daſs man diese Eigenschaft der sterilisierten pathologischen Flüssigkeiten benutzen kann, um auf gefahrlose Weise aktive, aber auch passive Immunität zu erzielen, zumal dieselben in der Regel auch ungiftig sind.

Ich selbst konnte den Nachweis dieser Qualitäten für das Bact. coli erbringen und zeigen, daſs zwischen diesem und dem Typhusbazillus in bezug auf die infektionsfördernde Wirkung der Exsudate eine weitgehende Reziprozität bestehe, woraus neuerlich die nahe Verwandtschaft der beiden ersichtlich wird.

Die Bailsche Aggressintheorie ist vielfach angegriffen worden, doch haben selbst gewichtige Gegner derselben, wie Gruber und Wassermann anerkannt, daſs man auf diesem Wege wertvolle Immunisierungsverfahren teils (für Milzbrand und Hühnercholera) gewonnen, teils zu erwarten habe (Pestversuche von Hueppe und Kikuchi).

Die von Dörr vorgebrachte Anschauung, daſs es sich bei der Aggressinwirkung um eine »additionelle Vergiftung« handle, ist wiederholt widerlegt und selbst von Wassermann bestritten worden. Was lediglich noch zur Diskussion steht, ist die Entscheidung, ob die Aggressine eigenartige Körper sind, oder ob sie Bestandteile des Bakterienleibes seien, eine Meinungsverschiedenheit, die zwischen Bail und Weil einerseits, Wassermann und Citron anderseits schwebt, wobei jedoch die erstgenannten Autoren das Vorhandensein von Aggressinen in den Kulturen keineswegs in Abrede stellen. Indes erscheint diese Differenz wohl deshalb weniger bedeutungs-

voll, weil beide Teile darin übereinstimmen, dafs man nur von lebenden Bazillen derartige, die Infektiosität unterstützende Substanzen erhalte, sei es, dafs sie als Sekretionsprodukte von den Bakterien abgegeben werden, oder dafs sie als Leibesbestandteile aus ihnen gewonnen werden können oder in die Exsudate und Ödeme gelangen. Die Unterscheidung zwischen »Sekretionsprodukten« und »Leibesbestandteilen« kann bei so niedrig organisierten Lebewesen, wie den Bakterien, nicht so strikte durchgeführt werden; wenigstens hat sich in den folgenden Versuchen für das Diphtherietoxin ergeben, dafs eine so schroffe Scheidung, wie sie für die Gifte in A. Wolffs Endotoxinlehre zum Ausdruck kommt, nicht durchführbar ist. Es genügt, wenn wir uns vor Augen halten, dafs es labilere Stoffe gibt im Bakterienleibe, welche leicht durch die üblichen Abtötungsmethoden Schaden leiden, sehr wirksam sind und leicht Schutzkörper erzeugen, — und stabilere, die auch aus den abgetöteten Bakterien zu gewinnen sind und nur Gegenkörper (Agglutinine, Bakteriolysine, Präzipitine) hervorrufen. So können wir den für Organismen, die auf der Stufe der Bakterien stehen, doch nur vergleichsweise brauchbaren Ausdruck »Sekretion« ersparen. Bail verwendet allerdings das Wort »Sekretion« bereits in einem anderen als dem hergebrachten Sinne, nämlich als eine mit der Weiterexistenz des Individuums vereinbare Abgabe von Leibessubstanz.

Wenn nun Wassermann und Gruber das Vorhandensein aggressiver Stoffe (»künstliche Aggressine«) in den Bakterienleibern feststellen, welche mit den im sterilen Exsudat enthaltenen identisch seien, und wenn sie anderseits die Superiorität der letzteren für den Zweck der Immunisierung (Wassermann wenigstens für einige Bazillen) anerkennen, dann liegen von vornherein zwei Erklärungsmöglichkeiten für dieses Verhalten vor: entweder enthalten die Ödeme und Exsudate gröfsere Mengen der aggressiven Bakteriensubstanz als die Schüttelextrakte, oder sie enthalten dieses Antigen in einer wirksameren Form. Erstere Möglichkeit kann man ausschliefsen; bei der Herstellung der Schüttelextrakte werden grofse Mengen von Bakterienkultur (Kollesche Schalen) ver-

arbeitet, sie geben mit präzipitierenden Seris mächtige Fällungen, während die natürlichen aggressiven Flüssigkeiten bei Zusatz präzipitierender Sera ihren geringen Gehalt an Bakteriensubstanz augenfällig zeigen.

Es müssen also die der Infektion förderlichen Stoffe im Exsudat und Ödem besser zur Wirkung kommen; es wird dadurch die Vorstellung erweckt, dafs die Bakterien auf den Reiz des sich gegen ihre Invasion wehrenden Tierkörpers nur bestimmte Bestandteile abstofsen, dafs dieselben hingegen aus den Schüttelextrakten mit mannigfachen anderen, darunter auch »hemmenden« Substanzen austreten.

Man könnte dagegen einwenden, dafs die aggressiven Exsudate, inkonstant zwar, aber doch des öftern auch agglutinierende und präzipitierende Eigenschaften veranlassen, diese sind jedoch auf die in jedem Exsudat vorhandenen abgestorbenen Bazillen zu beziehen. Es würden sich sonach die Aggressine zwar als Leibessubstanz der Bakterien ergeben, die aber unter den vitalen Einflüssen des Tierkörpers, vor allem der Abwehr, in reinerer Form auftreten, als man sie künstlich den lebenden Bazillen entreifsen kann. Einige Analogie hierzu bietet in unseren Versuchen die Verschiedenheit der Wirkung von reinem Diphtherietoxin einerseits und von Bazillen anderseits.

Für uns handelt es sich zunächst um die fundamentale Feststellung, ob alle Bakterien ohne Ausnahme der Aggressine bedürfen, und ob dies im besonderen beim Diphtheriebazillus der Fall sei.

Schwierigkeiten bei der Gewinnung etwaiger aggressiver Bestandteile des Bakterienleibes konnte man bei einem so sehr der Plasmolyse unterliegenden Bazillus kaum erwarten; nur blieb zu erwägen, dafs man es hier mit toxinhaltigen Exsudaten zu tun hatte, die auch durch Giftwirkung und konsekutive Schwächung den Tierkörper in nicht spezifischer Weise der Infektion zugänglicher machen konnten und dies um so eher, als auch

die negativ leukotaktische Wirkung des Diphtherietoxins dazu beitragen würde.

Aber viel mehr Momente liefsen mich von allem Anfang an daran zweifeln, dafs sich der Diphtheriebazillus im Tierkörper durch Vermehrung festsetze. Zunächst tritt beim Menschen im Krankheitsbilde der Diphtherie nirgends die Bazillenwucherung in den Vordergrund. Vielmehr lassen sich alle Erscheinungen zwanglos aus der Giftwirkung erklären. Die Neigung zur Pseudomembranbildung und zur Nekrose mit der konsekutiven Stenosierung der Luftwege sowie die Lähmungen im Verlaufe der Diphtherieerkrankung beim Menschen sind ebenso als Giftwirkungen aufzufassen wie die bekannten Erscheinungen von Alteration der Gefäfse und des Blutdruckes beim Tiere, die als lokales Odem, Pleuraexsudat, Nebennierenhyperämie, Blutungen und Gefäfsdilatation durch das blofse Toxin hervorgerufen werden können.

Ein Unterschied zwischen der natürlichen Diphtherie beim Menschen und der experimentellen Toxindiphtherie des Meerschweinchens ist freilich schon hier hervorzuheben: beim Menschen ist die Giftempfindlichkeit von seiten des Gefäfssystems geringer, und es treten (zumal die Respirationsschleimhäute mehr zur fibrinösen Infiltration neigen, und die Giftresorption, wie wir sehen werden, offenbar dadurch verlangsamt ist, dafs nicht das reine und fertige Toxin vorliegt) mehr die lokalen Giftwirkungen mit ihren bedrohlichen örtlichen Folgen hervor als die allgemeinen Symptome. In unkomplizierten Fällen von Löffler-bazilleninfektion fehlt sogar jegliche Fieberbewegung; aber die menschliche Diphtherie ist nicht oft unkompliziert, und so verwischen die Erscheinungen der Mischinfektion häufig das primäre Bild. So spricht man von »septischer Diphtherie«, die aber nicht etwa eine Diphtheriebazillensepsis ist, sondern eine Streptokokkensepsis. Einwandfreie Beobachtungen intravitaler Invasion von Löfflerbazillen ins Blut liegen nicht vor trotz der vielen darauf gerichteten Versuche, ein Beweis dafür, dafs der Diphtheriebazillus beim Menschen nicht als Parasit auftritt.

Aber selbst postmortale Bazillenbefunde in den inneren Organen, die man immer genau abwägen und mit grofser Reserve aufnehmen mufs, sind nicht häufig. Nur Frosch und auch Nowak berichten über häufigen postmortalen Bazillenbefund im Blute und in den inneren Organen, während Babes, Escherich je zweimal, Behring und Wernicke, Paltauf und Kolisko je einmal in Diphtherieleichen die Bazillen vorfanden. So kann man es doch nur für wahrscheinlich halten, dafs mit wenigen Ausnahmen der Ausspruch von Roux und Yersin (1888) seine Gültigkeit behalten hat: » ... le bacille de la diphtherie ne pullule pas dans les organs des personnes ou des animaux atteints de cette maladie ... on ne le trouve pas, que dans les fausses membranes ou au point d'inoculation.« Offenbar haben wir einen Krankheitserreger vor uns, der wenig zur Vermehrung im Körper geeignet ist, einen Saprophyten von enormer Giftigkeit.

Durch die im Gefolge der Toxinwirkung entstehende Nekrose wird ihm nach meiner Auffassung erst ein Substrat für die saprophytische Vermehrung geboten, die aber als Toxinspender bei der Heftigkeit der Toxinwirkung für das Krankheitsbild nicht wesentlich mehr in Betracht kommen dürfte. Diese Vermehrung erfolgt eigentlich aufserhalb des lebenden Körpers. Daher sieht man die Bazillen nicht mehr in den durch die Toxinwirkung entzündeten Partien der Schleimhaut, von denen sie durch die innere, breite, fibrinöse Schicht der Pseudomembran getrennt sind.

Experimentell war die Frage der Bazillenvermehrung bisher nicht behandelt worden. Ich vermochte auch beim Meerschweinchen bei subkutaner Injektion keine Vermehrung der Bazillen zu beobachten, vielmehr sah ich reichliches Auftreten von Leukozyten und rasche Verminderung der Bakterienzahl bei Injektion letaler Dosen oder niederer Multipla derselben. Im lokalen Infiltrat des der Infektion erlegenen Meerschweinchens sah ich nur spärliche, lange, oft keulenförmige Diphtheriebazillen. Die gegenteiligen Angaben dürften sich auf die Injektion sehr grofser Bazillenmassen beziehen, die nicht genug emulsioniert

sind, wobei öfter Bazillenklümpchen am Einbringungsorte liegen bleiben mögen. All das liefs mir den Diphtheriebazillus als Saprophyten erscheinen und die Diphtherieerkrankung als eine reine Intoxikation, die sich von einer Vergiftung lediglich dadurch unterscheidet, dafs dem Körper das Gift bei der natürlichen Erkrankung nicht in sofort resorbierbarer Form geboten wird, und dafs lebende Bazillen dabei im Spiele sind.

Hueppe hat bereits vor langer Zeit beim Tetanusbazillus den Ausdruck Saprophyt bei einem toxischen Krankheitserreger gebraucht, allerdings in etwas anderem Sinne, da er darauf hinweisen wollte, dafs einem im Erdboden und Schlamme so weitverbreiteten Organismus noch eine weitere saprophytische Funktion zukomme, während der Parasitismus etwas rein Zufälliges ist.

Versuche über Aggressinbildung durch den Diphtheriebazillus.

Die Versuche bestehen: 1. in der Beobachtung, ob man bei Tieren, die mit hohen Bazillendosen geimpft wurden, eine Vermehrung der Bazillen nachweisen könne, 2. in mannigfach variierten Versuchen, um aggressive Flüssigkeiten zu erhalten. Für letzteres Ziel wurden grofse Mengen von Kulturbazillen (Bouillon) kulturen, aufgeschwemmte Agar- oder Löfflerserumkulturen injiziert, oder ich bediente mich der Serienimpfung durch Übertragung der Exsudate von Tier zu Tier (tierische Bazillen), am öftesten wurde beides vereint, indem ich den Exsudaten noch Kulturbazillen beifügte. Diese Exsudate selbst wurden teils in nativem Zustande, teils nach vorheriger Toluolsterilisierung mit den Kulturen vermengt. Versuche mit intraperitonealer Impfung von Meerschweinchen wurden bald verlassen, da sich in sämtlichen Versuchen die Unmöglichkeit herausstellte, die Bazillen im Tierkörper zum Wachstum zu bringen. Die gewonnenen, auch in ihrer Menge recht unbefriedigenden pathologischen Flüssigkeiten waren steril, und die Tiere boten lediglich Zeichen des Toxintodes, welche sich

bei dem intraperitonealen Impfmodus von dem bekannten Befunde bei der Subkutanimpfung durch das öfter beobachtete Ausbleiben des Pleuraergusses sowie durch das Vorkommen von Netzhämorrhagien unterschieden.

1. M., 250 g. 3 Agarkulturen Diphtheriestamm I in 0,8 proz. Kochsalzlösung intraperit. Tot nach 48 Std. Kein Pleuraexsudat, im Peritonealcavum wenige Tropfen zellarmen bazillenfreien Exsudats. Nebennieren kohlschwarz.

2. M., 150 g. 3 Bouillonkulturen Diphth. II, 24 h alt, intraperit. Tot nach 20 h. Kein Pleuraexsudat. Im Peritoneum 2 ccm blutig gefärbte sterile Flüssigkeit. Sehr wenige Diphtheriebazillen in den Auflagerungen am Netz, das von Hämorrhagien durchsetzt ist. Tiefdunkel gefärbte hyperämische Nebennieren.

3. M., klein. Iper. 2 Kult. Diphth. II von Löfflerserum, 24 h alt. Tot nach 18 h. 1 ccm Pleuraexsudat, 4 ccm Peritonealexsudat, nicht hämorrhagisch, steril. Netzgefäfse prall gefüllt, auf dem Netze zahlreiche Auflagerungen mit phagozytierten und spärlichen freien Bazillen.

4. M., ca. 200 g. Gleiche Injektion wie 3. Stirbt nach 20 h unter den Erscheinungen des Toxintodes, die bei subkutaner Injektion gewöhnlich sind, mit bazillenfreiem Exsudat.

5. M., 200 g. 1 Öse Kultur Diphth. II intraperitoneal. Nach 12 h bei Kapillarentnahme: reiner Eiter, keine Bazillen, erholt sich gänzlich.

6. M., 185 g. 1 ccm Diphth. C-Bouillon, 24 h alt, iper. Im Kapillartropfen:

Nach $^1/_2$ h: spärliche gequollene Bazillen, einige Lymphozyten, ganz vereinzelte, polynukleäre Leukozyten.

Nach $1^1/_2$ h: Bazillen vermindert, polynukleäre Leukozyten kommen.

Nach $3^1/_2$ h: nur ganz vereinzelte, freie, ziemlich viele in Leukozyten eingeschlossene und zerfallende Bazillen, ziemlich viele polynukleäre Leukozyten.

Nach 15 h: Im Kapillartropfen schlecht färbbare polynukleäre Leukozyten, Makrophagen. Keine freien Bazillen.

Nach 24 h: Tier sehr krank, sitzt still, atmet schwer.

Nach 36 h: tot. Kein Pleuraexsudat, Nebennieren hyperämisch, wenige Tropfen bazillenfreien Peritonealexsudats, gefüllt mit gut Farbstoffe annehmenden, normalen, polynukleären Leukozyten.

7. M., 305 g. 2,5 ccm 24 std. Bouillonkultur C subkutan. Die subkutane Kapillarentnahme fördert stets blutfreie Flüssigkeit zutage.

Nach 5 h: Mäfsige Zahl polynukleärer Leukozyten, phagozytierte Bazillen, die sich schlecht färben lassen. Einige freie Bazillenhäufchen, sicher nicht vermehrt.

Nach 18 h: Das Tier hat ein enormes Infiltrat, ohne schwere Krankheitszeichen. Im Kapillartropfen ziemlich viele Makrophagen, welche Leuko-

zytentrümmer und hie und da erkennbare Bazillenreste einschliefsen; ziemlich viele polynukleäre Leukozyten. Einige schatten- oder schlauchförmige Bazillenreste frei, auch die Leukozyten schlecht färbbar, ohne deutliches Protoplasma, nur Kerne gefärbt.

Nach 42 h: Entnahme aus dem mächtigen Infiltrat: Sehr viele polynukleäre Leukozyten, Bazillen spärlich und schattenhaft.

Das Tier stirbt nach 4 Tagen mit enorm verdickten Bauchdecken, in deren Infiltrat sich sehr zahlreiche, wieder gut färbbare polymorphkernige Leukozyten vorfinden, aber keine intakten Bazillen. Dunkle Nebennieren, kein Pleuraexsudat.[1])

Aufser der aus diesen Versuchen[1]) ersichtlichen Unmöglichkeit, die Vermehrung der Diphtheriebazillen im Meerschweinchenkörper zu erzielen, sei vorläufig noch auf folgende Tatsachen aufmerksam gemacht, die sich daraus ergeben: 1. die bekanntlich dem reinen Diphtherietoxin zukommende, negativ leuko-taktische Wirkung kommt dem mit den Bazillen eingebrachten Gifte nicht zu, vielmehr kommen die Leukozyten bei intraperitonealer Injektion von Bazillen sehr rasch. 2. Diese Leukozyten haben aber auch nicht die in vitro beobachtete, das Diphtheriegift zerstörende Fähigkeit, da sie selbst zugrunde gehen und das Tier nachher der Vergiftung erliegt. Doch ist es wahrscheinlich, dafs sie die Giftresorption verzögern. 3. Nach dem Verschwinden der geschädigten Leukozyten erscheinen neue, normale, die man im toten Tiere noch vorfinden kann.

Die weiteren Versuche wurden an Kaninchen vorgenommen, bei denen man durch intrapleurale Injektion gröfsere Extudatmengen erhalten konnte. Wie aus den zahlreichen und mannigfach variierten Versuchen hervorgeht, die im folgenden mitgeteilt werden sollen, blieben alle Mittel, die man anwandte, um eine Vermehrung der Bazillen zu erzielen, vergeblich und waren stets nur Giftwirkungen zu beobachten, welche auch bei Anwendung enormer Bakterienmengen nur insofern eine Steigerung erfuhren, als die Tiere rascher zugrunde gingen und die toxischen Hämorrhagien in weiterer Ausdehnung auftraten.

---

1) Z. T. in Münchn. med. Woch. 1906 Nr. 30 mitgeteilt.

Auch diese Versuche zeigen, dafs der Diphtheriebazillus kein Parasit ist und keinerlei aggressive Fähigkeiten besitzt. Hierdurch wird die Bedeutung der Aggressine durchaus nicht beeinträchtigt, vielmehr wird durch die Ausnahme die Regel bestätigt. Vorerst stimmt es mit dem Krankheitsbilde der Diphtherie, dafs es sich um eine Intoxikation handelt mit langsamer Resorption des Giftes, so dafs diesem Zeit bleibt, vor und neben den allgemeinen Wirkungen schwere lokale Veränderungen zu setzen, die oft bedenklichere Folgen haben als die Allgemeinwirkung. Diese langsame Giftresorption bei Infektion durch oder Injektion von Bazillen dürfte auch geeignet sein, die Beobachtung von Behring zu erklären, wonach die so schwer zu immunisierenden Meerschweinchen eher einen Schutz gegen Bazillen als gegen Toxin erlangen; es erklärt sich daraus auch die umgekehrte Beobachtung, dafs die lokale fibrinöse Infiltration (enduit grisâtre) bei Injektion des fertigen Toxins fehlt und nur Ödem auftritt; offenbar weil der Eintritt des Giftes in die Zirkulation rascher erfolgt, wenn es fertig dem Tierkörper geboten wird.

Ein weiteres, sehr interessantes Moment ist das von Wright festgestellte Fehlen der Opsonine bei Diphtherie. Wenn wir sehen, dafs infektionsbefördernde Substanzen dem Diphtheriebazillus nicht eigen sind, so kann es uns nicht wundern, dafs auch die Opsonine — eine Art natürlicher Antiaggressine — im Blute fehlen.

Wenn nun Citron meine Versuche zum Anlafs genommen hat, in bezug auf den Löfflerbazillus eine Überlegenheit der Bakterienextrakte über die natürlichen Aggressine hervorzuheben, so hat er damit viel zu wenig gesagt, vorausgesetzt, dafs seine künstlichen Aggressine toxinfrei sind. Denn natürliches Diphtherieaggressin gibt es überhaupt nicht.

Wassermann erwähnt, dafs es Jobling gelungen sei, künstliche Schüttelaggressine zu erzeugen, deren infektionsbefördernde Wirkung dann »etwas gröfser« sei, wenn die Bazillen »mehr infektiös als toxisch« waren.

Welche Eigenschaften die von mir schon vorher und später noch aus den Kulturen anderer Diphtheriestämme gewonnenen Extrakte hatten, werde ich später zeigen, Aggressineigenschaften hatten sie nicht. Leider ist ein Vergleich der Resultate nicht möglich, da die damals angekündigten Versuche von Jobling bisher nicht publiziert sind. Erwähnt sei hier noch, dafs Bandi in Pleura- und Peritonealexsudaten subkutan geimpfter Hunde Aggressin, also natürliches, beobachtet haben will, das in vitro die Phagozytose behindert.

Bei der menschlichen Diphtherie dürfte es sich handeln: um langsames Heraustreten des Giftes aus den Bazillen, primäre Schleimhautnekrose und sekundäres, saprophytisches Wuchern der Bazillen in dem nunmehr vorhandenen Nährboden, also zuerst toxische Nekrose, dann Bazillenwachstum. Daher erscheint mir Bretonneaus Vergleich des Fortschreitens der Pseudomembran mit der allmählichen Imbibition durch einen herunterfliefsenden Tropfen mehr als ein blofser Vergleich zu sein, wenn auch der Vorgang der allmählichen Diffusion des Giftes kein so grob sinnlicher sein wird.

Versuche an Kaninchen. Injektion intrapleural.

8. Kan., grofs. 3 Löfflerserumkultur Diphth. I ipl. Tot nach 36 h. Mehr als 20 ccm bazillenfreien, zellarmen Exsudats, das Phagozyten und freie Granula enthält. Zellarme, fibrinöse Auflagerungen ohne Bazillen an der Pleura costalis. Nebennieren dunkel.

9. Kan., grofs. Bekommt 5 ccm dieses Exsudats + 2 Serumkulturen ipl. Tot vor Ablauf von 20 h. Im Pleuraraum nur 4 ccm zellen- und bazillenarmen Exsudats, wenige Bazillenhäufchen in den Auflagerungen. Nebennieren blafs. Kultur aus dem Exsudat spärlich (hier war toxinhaltiges Exsudat, tierische und Kulturbazillen einverleibt worden).

10. Kan., jung. Bekommt das ganze Exsudat des vorigen + 1 Serumkultur ipl. Tot nach 9 h. Hämorrhagisches, nicht gerinnendes Pleura exsudat mit sehr wenigen Bazillen, spärlichen, sehr bazillenarmen Auflagerungen mit starker Phagozytose. Bouillonkultur wächst ärmlich.

11. Kan. bekommt das ganze Exsudat des Kan. 10 + den Bodensatz einer Bouillonkultur rechts ipl. Tot nach 10 h. R 10 ccm, L 2 ccm hämorrhagisches Pleuraexsudat, darin reichliche Leuko- und besonders Phago zyten. Das Exsudat ist bazillenfrei. Die Bazillen in den Auflagerungen in mäfsiger Anzahl, nicht vermehrt. Milz vergröfsert.

12. Kan. bekommt das Exsudat des Kan. 11 + 1 Bouillonkultur ipl. Nach 34 h tot. R 8 ccm hämorrhagisches, L 5 ccm klares Exsudat. In diesem und in den Auflagerungen wenige Bazillen, Milz vergröfsert, Hämorrhagien in Netz, Nieren und Nebennieren.

13. Kan. bekommt Exs. 12 + 1 Bouillonkultur ipl. Tot nach ca. 30 h. Neben einzelnen, von Leukozyten gefressenen Diphtheriebazillen noch fremde Stäbchen. Reihe abgebrochen.

In keinem der Versuche fanden sich Bazillen im Blute vor.

14. Kan. 8 Löfflerserumkultur, 24 h alt, ipl. Rechts. Tot nach 36 h. R 35 ccm leicht getrübten, mäfsig leukozytenhaltigen Exsudats mit intra- und extrazellulären Bazillen in ziemlicher Anzahl. L 8 ccm klaren Exsudats. Mächtige Auflagerungen auf Pleura, Perikard, mit vielen dünnen Bazillen. Eine Vermehrung der Bazillen ist auch in diesem Versuche kaum anzunehmen, da einerseits die injizierte Bazillenmenge sehr grofs war, anderseits aus den folgenden Versuchen hervorgeht, dafs dieses Exsudat nicht — wie man bei stattgehabter Proliferation der eingebrachten Bazillen erwarten müfste — infektionsbefördernde Eigenschaften erlangt hat.

15. Kan. bekommt 5 ccm Exs. 14 und die darin verriebenen Auflagerungen von Kan. 14, also durchwegs »tierische« Bazillen. Stirbt nach 30 h. R 4 ccm hämorrhagisches Exsudat mit nur wenigen Bazillen in den Phagozyten. L θ. Keine Bazillen in den geringen Auflagerungen und im Herzblute. Keine makroskop. Veränderungen an den Nebennieren.

16. Kan. bekommt 5 ccm Exs. 14 + 2 Löfflerkulturen R. ipl. Tot nach 16 h. R 5 ccm zellreichen, bazillenfreien Exsudats. Kleine, bazillenfreie Auflagerungen. Milz grofs, dunkel, Hämorrhagien in die Darmserosa.

17. Kan. bekommt 5 ccm Exs. 14, zell- und bazillenfrei zentrifugiert, + 3 Löfflerserumkulturen. Tot nach 28 h.

R und L je ca. 20 ccm trüben, bazillenfreien Exsudats mit vielen Zellen. Pleurahöhlen voller Auflagerungen, die Leukozyten und Granula enthalten, aber keine Bazillen. Leber sehr grofs, verfettet, Milz bedeutend vergröfsert, dunkel, mäfsige Netzhämorrhagien.

18. Kan. bekommt 5 ccm Exs. 17 + 1 Löfflerserumkultur ipl. Durch Verunreinigung unbrauchbar. Reihe abgebrochen.

19. Kan. bekommt 8 Löfflerkulturen ipl. Tot nach 12 h. Wenige Tropfen bazillenfreien Exsudats im Pleuraraum und cav. peritonei. Milz grofs, Ecchymosen am Netz.

20. Kan. 8 Serumkulturen ipl. Tot nach 36 h. Leukozytenreiches Exsudat mit wenigen Bazillen, in den Auflagerungen nur zerfallene Stäbchen.

21. Kan. bekommt dieses Exs. + 3 Serumkulturen ipl. Tot nach 24 h. An der Pleura kleine Auflagerung mit teils keulenförmigen, teils fadenförmig ausgewachsenen Bazillen. 10 ccm Exsudat, mikroskopisch und kulturell steril. Aus den Auflagerungen gehen Kulturen auf.

22. Kan. bekommt diese Kulturen ipl. Stirbt nach 24 h mit Pleuraauflagerungen, leichter Milzschwellung, dunklen Nebennieren. R 2 L 1 $^{1}/_{2}$ ccm Exsudat-Bazillen in den Auflagerungen spärlich, sehr spärlich im Exsudat.

23. Kan. bekommt das Exsudat von Kan. 22 + 2 Bouillonkulturen. Stirbt nachts (nach ? h). 2 ccm Exsudat im Pleuraraum, geringe Auflagerungen am Perikard, spärliche Bazillen. Von 2 Kulturen aus der perikardialen Auflagerung geht eine auf. Sie wird mit dem verdünnten Exsudat zusammen an ein sehr kleines

24. Kan. ipl. verimpft. Tot nach 24 h. 0,75 ccm sehr bazillenarmen Exsudats. Mehr Bazillen in den Auflagerungen, viele Keulen- und Fadenformen. Kulturen aus dem Exsudat gehen nicht an. Aus den Auflagerungen wachsen wieder die normalen, plasmolysierten Stäbchenformen.

Diese wiederholt gemachte Beobachtung bildet einen morphologischen Beleg dafür, dafs dem Diphtheriebazillus der Aufenthalt im Tierkörper keine günstigen Entwicklungsbedingungen bietet, indem die Bazillen teils zugrunde gehen, teils in Keulen und Fadenformen auftreten, wie man sie auch in sehr alten Kulturen beobachtet, wie ich sie in unzureichenden Nährlösungen (Uschinsky) sah — und die man wohl als Zeichen biologischer und namentlich nutritiver Schwierigkeiten ansehen darf.

25. Kan. bekommt das verdünnte Exsudat von Kan. 24 + einer zweitägigen Bouillonkultur. Tot nach 20 h. Leichte Milzschwellung, geringe Netz. hämorrhagien, R 1,5 ccm hämorrh. Exsudats und eine Auflagerung, L $^{3}/_{4}$ ccm nahezu klaren Exsudats, alles zellarm. Phagozyten, sehr spärliche Bazillen, etwas reichlicher in der minimen Auflagerung.

26. Kan. bekommt das verdünnte Exsudat von Kan. 25 + 1 Bouillonkultur aus den Auflagerungen. Ipl. Tot nach 24 h. R 5 L 1 $^{1}/_{2}$ ccm klaren zellarmen Exsudats, dicke, bazillenfreie Auflagerung. Milz mäfsig vergröfsert, wenige Hämorrhagien in Netz und Nebennieren. Leber auffallend gelb.

27. Kan. bekommt dieses Exsudat + 1 Bouillonkultur ipl. Tot nach ca. 18 h. ca. 5 ccm mäfsig leukozytenhaltigen Exsudats, ohne Bazillen, mehr Bazillen in den Auflagerungen. Milz leicht vergröfsert, Hämorrhagien in Netz und Nieren, keine makroskopischen Veränderungen der Nebennieren.

28. Kan. bekommt das mittels Toluol sterilisierte Exsudat von Kan. 27 in der Menge von 3 ccm + 1 Bouillonkultur intrapleural. Tot nach 20 h. R 7 L 5 ccm klaren, zellarmen Exsudat ohne Bazillen. Wenige, sehr zellarme, bazillenfreie Auflagerungen. Nebennieren dunkelrot.

29. Kan. bekommt das halbe Exsudats 28 + 0,5 Serumkultur ipl. Tot nach 24 h. Gewöhnlicher Befund des Toxintodes.

30. Kan. bekommt intraperitoneal 6 Kulturen des Stammes III. Stirbt nach 3 Tagen ohne Bazillen in der normalen Peritonealflüssigkeit und ohne jeden charakteristischen Befund.

Die Versuche mit intrapleuraler Verimpfung von Diphtheriebazillen an Kaninchen ergeben als Abweichung von den gewöhnlichen Erscheinungen des Toxintodes häufig das Auftreten von Milztumor, Blutungen ins Netz, mitunter auch in die Darmserosa und die Nieren.

Es ist sonach weder bei subkutaner, noch bei intraperitonealer Injektion bei Meerschweinchen, noch bei intrapleuraler Verimpfung bei Kaninchen gelungen, eine Proliferation der Diphtheriebazillen zu erzielen.

II. Teil.

Unter diesen Umständen mufsten sich auch Zweifel daran ergeben, ob das Diphtherietoxin ein Sekretionsprodukt darstelle, da man doch nicht gut annehmen kann, dafs ein vitaler Prozefs — die Giftabsonderung — vor sich gehe, während ein anderer, wichtigerer — die Proliferation, zum Stillstande komme, ja während im Gegenteil die Mikroorganismen ziemlich regelmäfsig und rasch absterben.

Ich wurde zu der Annahme gedrängt, dafs in diesen Versuchen die eingebrachten Diphtheriebazillen schon so viel Gift enthalten müfsten, dafs sie das Tier unter den bekannten Zeichen der Diphtherievergiftung töten konnten, ohne neues Toxin im Tierkörper zu produzieren.

Die Anschauungen über die Herkunft des Diphtherietoxins haben im Laufe der Zeit manche Wandlung erfahren, und die heute allgemeine Auffassung, dafs das Toxin lediglich ein Sekretionsprodukt der Bazillen darstelle, ist eigentlich experimentell durchaus nicht so fest begründet, wie man glauben würde. Die wichtigste Literatur darüber folgt hier in aller Kürze.

Roux und Yersin fanden die Erscheinungen bei subkutaner Toxininjektion gleich denen bei Einimpfung von Bazillen, nämlich

lokales Ödem, gesträubtes Fell, keuchender Atem; anatomisch. Ödem, hämorrhagische Kongestion der Organe, besonders der Nieren und der Nebennierenkapsel, Pleuraexsudat. Blofs die membranöse Infiltration an der Injektionsstelle (»fausses membranes, enduit grisâtre«) fehlt beim Toxin und der Tod tritt früher ein.

Da sie fanden, dafs das Gift an der Luft rasch seine Aktivität verliere, dagegen dieselbe lange behalte, wenn es vor Licht und Luftzutritt geschützt werde, dafs seine Wirksamkeit durch hohe Temperaturen sehr leide, so glauben sie, ohne sich aber apodiktisch auszusprechen, dasselbe zu den Diastasen (Enzymen) rechnen zu sollen. Die Übereinstimmung mit denselben gehe noch weiter, da das Diphtheriegift sehr leicht mit Niederschlägen mitgerissen werde, immer mit fremden Stoffen vergesellschaftet und daher schwer rein darzustellen, endlich auch, wie die Enzyme, in enorm geringen Mengen wirksam ist.

Dagegen wies besonders Gamaleia auf den Widerspruch hin, der darin liege, dafs zur Zeit des üppigsten Wachstums der Bazillen, in den ersten Tagen, das Gift in dem bazillenfrei filtrierten Substrat vollständig oder nahezu vollständig fehle, während, nach einer Woche, wenn die Vermehrung der Bazillen infolge des zu hohen Alkaleszenzgrades der Bouillon abnehme und die Bazillen bereits zu zerfallen beginnen, erst recht die Toxinproduktion einsetze. Man müsse daher annehmen, dafs das Gift aus den Bazillenleibern, in denen es eingeschlossen sei, durch die alkalische Nährlösung ausgelaugt werde. Diese Auffassung Gamaleias haben offenbar auch Lehmann und Neumann angenommen, da sie sagen, es scheine, dafs die Toxine des Diphtheriebazillus nicht Ausscheidungsprodukte des lebenden Bakterienorganismus seien, sondern der absterbenden Zelle entstammen.

Die herrschende Ansicht vom Diphtherietoxin als Sekretionsprodukt geht auf eine Arbeit von Kossel zurück, der zunächst nachprüfte, ob es richtig sei, dafs die Kulturfiltrate in den ersten Tagen kein Toxin enthalten. Seine Filtrate waren so gifthaltig, dafs vom Filtrat einer zweitägigen Bouillonkultur noch 0,025—0,05 ccm Meerschweinchen von 360—370 g töteten. Eine zweite Kultur

tötete Meerschweinchen von 360 g bei Injektion von 0,33 ccm des zweitägigen Filtrats am nächsten Tage. Er nimmt also an, dafs das Gift in die Bouillon sezerniert werde und will weiter nachforschen, ob im Bakterienleibe seine Bildungsstätte sei oder ob hier Stoffe entstehen, welche nachträglich das Gift aus der Nährflüssigkeit abspalten. In dieser Hinsicht hatten Guinochet und Uschinsky das in der Baktrienzelle entstehen lassen, da sie es in eiweifsfreiem Nährboden (Uschinskylösung) gewannen, was von anderen Autoren nicht bestätigt werden konnte, da es ihnen nicht glücken wollte, den allerdings ziemlich anspruchsvollen Diphtheriebazillus auf diesem Nährsubstrat zum Wachstum zu bringen.

Kossel geht von dem Satze aus: »Entsteht das Gift in der Bakterienzelle, so mufs es sich auch in den abgetöteten Bakterienleibern nachweisen lassen.« Hierzu möchte ich jedoch beifügen: vorausgesetzt, dafs das Gift durch das zur Abtötung der Bazillen verwendete Verfahren nicht zerstört wird. Er vermochte aus den »Bakterienhäuten« der Erlenmeyerkolben nur geringe Giftmengen zu gewinnen; freilich war sein Verfahren ein unzulängliches, da er die Bazillen durch Chloroform abtötet und mit einigen Kubikzentimetern schwach alkalischer Flüssigkeit mehrere Tage extrahiert. So gewinnt er aus 4 grofsen Kulturkolben nach 3 Tagen 14 ccm Flüssigkeit, von der man 5 ccm braucht, um, ein Meerschweinchen von 360 g in 48 Stunden zu töten, weiter aus 10 Kolben 10 ccm, von denen 0,4 ccm ein Meerschweinchen in weniger als 48 Stunden mit typischen Erscheinungen des akuten Diphtherietodes töten. Es sei sonach die Quantität des Giftes in den Leibern eine so geringe, dafs man das Giftigwerden älterer Bouillonkulturen nicht auf eine einfache Auslaugung der Bazillenkörper beziehen könne. Vielmehr müsse man annehmen, dafs das Diphtheriegift innerhalb der Bakterien aus dem dargebotenen Nährmaterial gebildet und alsbald sezerniert werde.

Diese Auffassung ist seither die herrschende. Doch widersprechen dem die Angaben von Roux et Yersin, welche von einem 7 tägigen Filtrat 35 ccm intraperitoneal bei Meerschweinchen oder intravenös bei Kaninchen einspritzen mufsten, um langsamen Tod herbeizuführen.

Auch scheinen die späteren Autoren keine annähernd so hohen Giftmengen wie Kossel in den Kulturfiltraten der ersten Tage gefunden zu haben, und man läſst auch jetzt noch zur Toxingewinnung die Kulturen durch 10 Tage bis mehrere Wochen im Brutschrank stehen. Das mag jedoch vielfach von der Eigenart des verwendeten Stammes abhängen, und es ist ganz gut möglich, daſs Kossel zufällig einen kurzlebigen, rasch zerfallenden Stamm besaſs.

Daſs der geringe Toxingehalt von Kossels Extrakten auf die damalige unvollkommene Technik zu beziehen sei, geht aus den Versuchen von Murillo (1904) hervor, der mit Glyzerin extrahierte und erklärt: »Nach meinen Versuchen kann man behaupten, daſs diese (im Protoplasma enthaltene Toxin-) Quantität nicht so klein ist, wie Kossel uns lehrte und nicht so ganz zu verachten.«

Schlieſslich erwähne ich noch die kurze Mitteilung von E. Rist (1903), der die Bazillen durch 24 Stunden mit Alkohol-Äther behandelte, trocknete, im Mörser zerrieb und in physiol. Kochsalzlösung aufschwemmte. Gegen das so erhaltene, meist langsamen Tod an Kachexie, aber auch rascheren an Lähmungen, Myokarditis etc. herbeiführende Gift soll das Heilserum nicht schützen. Es sei also ein vom Toxin verschiedenes Gift, das vielleicht gewisse Erscheinungen der menschlichen Diphtherie bedinge, die sich gegen das Antitoxin renitent erweisen. Diese Angaben von Rist bedürfen einer Nachprüfung, da es naheliegt, daſs die Gewinnung eines Antitoxins gegen dieses Gift von Vorteil wäre. Mein, auf andere Weise gewonnenes Toxin erwies sich also durch Behrings Antitoxin vollkommen neutralisierbar. Es ist auch in bezug auf die Späterscheinungen der Diphtherie, wie sie das Ristsche Toxin bedingen soll, die Annahme nach experimenteller Erfahrung naheliegend, daſs sie durch das bekannte Toxin bedingt werden können und nur deshalb spät auftreten, weil die Veränderungen in den betreffenden Organen einen gewissen Grad erreicht haben müſsten, ehe die pathologische Reaktion auftreten kann.

Eigene Versuche über die Herkunft des Toxins.

Meine eigenen Versuche bewegten sich in folgenden Bahnen: 1. die Angaben von Kossel an anderen Stämmen nachzuprüfen, wozu ich die beiden Stämme C und L verwendete, die ich der Freundlichkeit des Herrn Dr. Venema, Assistenten des hygien. Instituts in Halle verdanke. 2a) habe ich die Frage nach dem Toxingehalt der Bakterienleiber in doppelter Weise zu lösen versucht. Ich sagte mir, dafs eine zweitägige, vorsichtig sterilisierte Kultur nachträglich durch den Zerfall der darin enthaltenen Bazillen an Giftigkeit noch zunehmen könnte, gegenüber dem zweitägigen Kulturfiltrat, vorausgesetzt, dafs eine erhebliche Giftmenge in den Leibern enthalten war. Endlich wandte ich das von Brieger und von Wassermann für die Gewinnung von Bakteriensubstanzen angegebene Schüttelverfahren auf die Toxingewinnung an (2b).

Die Methodik dieser, im folgenden mitgeteilten Versuche war nachstehende: 2a) Eine wenige Tage alte Bouillonkultur wurde umgeschüttelt, in 2 Teile geteilt und beide mit Toluol sterilisiert. Dann wurde eine Portion abzentrifugiert und die klare Flüssigkeit infiziert. Die andere Portion blieb noch mehrere Tage in der Kälte oder im Brutschrank stehen, ehe sie nach Entfernung des Toluols an Meerschweinchen verimpft wurde. Das Resultat dieser Versuche war folgendes:

1. Filtrate 2 tägiger Bouillonkulturen dieser beiden Stämme hatten bei Injektion von 3 ccm subkutan bei Meerschweinchen von 200 g Gewicht keinerlei Krankheitserscheinungen zur Folge.
2. Die in der Kälte in sterilem Zustande noch weitere 6—10 Tage aufbewahrten, unfiltrierten Kulturen riefen unter den gleichen Bedingungen ausgedehnte und schmerzhafte Infiltrate hervor. Es war also nachträglich noch Toxin aus den abgestorbenen Bazillen ausgetreten.

Akut tödliche Giftmengen erhielt ich aus zweitägigen Kulturen durch Maceration in der Kälte nicht, wohl aber durch Autolyse im Brutschrank bei 37° unter Toluol binnen 5 Tagen.

Die Befunde am Kadaver liefsen keinen Zweifel übrig, dafs die gewonnenen Gifte physiologisch mit dem Toxin der Kulturfiltrate identisch sind.

In guter Übereinstimmung mit diesen Resultaten stehen die weiteren Versuche, welche den Giftgehalt von Schüttelextrakten betreffen. Es wurde das Kondenswasser von Löfflerserumröhrchen abgegossen, die Röhrchen dann noch durch 24 Std. umgekehrt im Brutschrank aufgestellt, so dafs auch die restliche Kondenswasserspur in den Wattepfropf abflofs; hernach wurde die Serumfläche möglichst ausgedehnt beimpft. Nach 24 stündigem Wachstum wurde die Bakterienmasse vorsichtig unter tunlichster Vermeidung der Mitnahme von Partikeln des Substrats abgelöst und in einige Kubikzentimeter einer Flüssigkeit gebracht.

Ich verwendete 0,8 proz. Kochsalzlösung, destilliertes Wasser, das leicht alkalisiert wurde, verschiedene Sera (Menschen-, Rinder-, Meerschweinchen-Serum) in der Idee, dafs die höhere oder geringere Giftempfänglichkeit vielleicht auf dem stärkeren oder schwächeren Übergang des Toxins in die betreffenden Sera beruhe. Diese bazillenhaltigen Flüssigkeiten wurden nun durch 24 Std. am Schüttelrade belassen, dann mit Toluol versetzt, falls dieser Zusatz nicht bereits vor dem Schütteln erfolgt war. Nach kultureller Sicherstellung der absoluten Keimfreiheit und Entfernung des Toluols erfolgte die subkutane Verimpfung (bei starker Trübung nach Zentrifugieren) an Meerschweinchen.

Die Wirkung dieser Extrakte wechselte je nach Stamm und Virulenz, doch konnte zweifellos festgestellt werden, dafs in den Bakterienleibern nach 24—48 Stunden beträchtliche Giftmengen enthalten waren, welche teils Infiltrate, teils in längerer oder kürzerer Zeit den wohlcharakterisierten Toxintod herbeiführten. Selbst aus $^1/_2$ Serumkultur könnten tödliche Giftmengen erzielt werden. Irgend welche sichere Unterschiede in der Extraktionsfähigkeit der verschiedenen Sera waren nicht auffallend, dagegen

erwies sich ihnen das destillierte Wasser mit leichtem Alkalizusatz überlegen. Vorheriger Toluolzusatz machte die Extraktion nicht unmöglich, aber doch weniger ergiebig.

Escherich gibt an, dafs die Abtötung der Diphtheriebazillen mit Chloroform zur Folge habe, dafs man nur geringe Giftmengen erhalte, woraus er schliefst, dafs in den toten Bazillen das Gift nicht enthalten sei, ein Schlufs, den auch Kossel, wie wir sahen, bei gleichem Vorgehen gezogen hat. Nach meinen Versuchen halte ich es für wahrscheinlich, dafs durch die Chloroformwirkung die Bazillen eine Zustandsänderung erfahren, welche die Abgabe des zweifellos vorhandenen, ja einen ganz beträchtlichen Teil des Bakterienkörpers bildenden Toxins erschwert.

Dafs wir durch das Schüttelverfahren das Gift nicht ganz rein erhalten können, ist selbstverständlich, geht auch aus dem Auftreten sehr mächtiger Infiltrate an der Injektionsstelle hervor, welche dem reinen Toxin nicht zukommen. Das Gift im Schüttelextrakte diffundiert ebenso langsam und macht daher ebenso intensive Lokalerscheinungen wie das Gift der lebend eingebrachten Bazillen.

Manche dieser Extrakte mufsten zur vollständigen Zertrümmerung 48 Stunden geschüttelt werden. Nachher fanden sich mikroskopisch viele leere Schläuche vor. Man würde vermutlich noch bessere Resultate mit der Gefriermethode von Macfadian erzielen, deren Anwendung mir nicht zugebote stand.

Kan. 31, 32, 33. 1—3 mit Toluol abgetötete Agarkulturen werden 3 jungen Kan. ipl. injiziert. Die Tiere überstehen die Einverleibung derselben, ohne Krankheitserscheinungen zu bieten.

M. 34 über 250 g schwer. Subkutane Injektion des Extrakts von 5 Serumkulturen, Diphtherie I nach Ausschütteln mit Rinderserum und Sterilisieren. Stirbt nach 29 h. Ausgebreitetes subkutanes, gelatinöses Ödem, 2 ccm Pleuraexsudat, tiefdunkle Nebennieren. Keine Bazillen in Ödem.

M. 35—37. Fünf eintägige Kulturen auf Löfflerserum, Diphtherie II, werden mit 5 ccm Rinderserum geschüttelt, sterilisiert. Hiervon erhalten:

M.	I, 525 g	schwer,	subkutan	1	ccm	Extrakt
»	II, 420 g	»	»	0,1	»	»
»	III, 430 g	»	»	0,01	»	»

Am nächsten Tage bei allen 3 Tieren mächtige Infiltrate. Am dritten Tage stirbt M. I mit vielem Pleuraexsudat, dunklen Nebennieren und sterilem Infiltrat.

M. II und M. III erholen sich allmählich, wobei die Infiltrate ohne Nekrose zurückgehen.

In derselben Weise wie im vorhergehenden wird aus Diphtherie II ein Wasserextrakt gewonnen, 48 h geschüttelt und steril injiziert.

38. M. I, 200 g subkutan, 0,1 ccm Extrakt
39. › II, 185 g › 0,01 › ›

Beide Tiere bekommen an der Injektionsstelle Infiltrate.

M. I stirbt nach 4 Tagen mit Pleuraexsudat, dunkelschwarzen Nebennieren, ausgedehntem, sterilem Infiltrat. M. II stirbt nach 7 Tagen mit lokaler Infiltration unter Abmagerung. Sonst keine Zeichen der Vergiftung.

40., 41. M. Vor dem Schütteln Toluolzusatz. 4 Serumkulturen, 24 h alt, in 5 ccm Rinderserum nach Toluolzusatz 24 h geschüttelt. Zentrifugiert, Toluol verdunstet.

M. I, 290 g, bekommt 0,1 ccm Extrakt subkutan
› II, 190 g, › 0,01 › › ›

Am nächsten Tage bietet M. I ausgedehntes, M. II geringes Infiltrat dar. Durchbruch mit Nekrose, Heilung.

42., 43. M. Diphtherie T. P. Extrakt in 0,8 proz Kochsalzlösung. Nachherige Sterilisierung (Toluol).

M. I, 250 g, 0,1 subkut.
› II, 210 g, 0,025 ›

M. I stirbt nach 10, M. II nach 8 Tagen.

Lokales Infiltrat, Pleuraexsudat, Nebennierenhyperämie bei beiden.

44., 45. M. Wenig getrübter, schwacher Extrakt aus Diphth. II., 48 h geschüttelt in dest. Wasser.

M. I, 250 g, 0,1 subkut.
› II, 205 g, 0,05 ›

Bei beiden am nächsten Tage Infiltrate, Durchbruch, Heilung.

Die beiden Kulturen, C und L, zeigen typische, lange Bazillen, in Bouillon wächst C diffus trübend, L als krümliger Bodensatz. Es wird zunächst geprüft, ob sie virulent sind.

46.—49. M.:

M. I, 210 g	subkut.,	1	ccm	24 h	Bouillon	C
› II, 205 g	›	0,5	›	24 h	›	›
› III, 200 g	›	1	›	24 h	›	L
› IV, 180 g	›	0,5	›	24 h	›	›

M. I, M. II und M. III zeigen nach 6 h mächtige Infiltrate. M. IV einige Stunden später. M. I und M. II sind nach 30 h tot, nach weiteren 24 h sind auch M. III und M. IV, alle unter den Zeichen des akuten Diphtherietoes (auch anatom.) gestorben. Es ist — besonders für C — die kleinste letale Dosis weit tiefer zu suchen als bei 0,5 ccm 24 h Bouillonkultur.

50—52. M. Stamm L.

M. I, 225 g, subkut., steril. Extrakt von $^1/_2$ Serumkultur, ausgeschüttelt in Rinderserum. Kultur 24 h alt, geschüttelt 12 h.

M. II, 195 g, dasselbe, geschüttelt in Menschenserum,

M. III, 200 g, » » » leicht alkal. Wasser.

M. III stirbt nach 3 Tagen mit mächtigem, bazillenfreien Lokalinfiltrat, mäſsigem Pleuraerguſs, hyperämischen Nebennieren. M. I und M. II bekommen Infiltrate, welche allmählich zurückgehen.

53—55. M. Stamm C. Extrakte aus je $^1/_2$ l Serumkultur.

M. I, 175 g, Rinderserumextrakt,
» II, 230 g, Menschenserumextrakt,
» III, 195 g, alkalis. Wasser, Toluolzusatz vor dem Schütteln.

Alle 3 Tiere zeigen am nächsten Tage Infiltrate. M. II mäſsiges, allmählich zurückgehendes Infiltrat. M. III ist am zweiten Tage sehr krank, Infiltrat enorm, dann in den nächsten Tagen Gewichtsabnahme, schlieſslich Erholung.

M. 1 stirbt nach 7 $^1/_2$ Tagen. Infiltrat geringer geworden, Pleuraerguſs, Hyperämie der Nebennieren.

56., 57. M. I, 200 g, 3 ccm Filtrat 3 täg. Bouillon C
» II, (klein) 3 » » » » L

Keine Infiltrate, nicht krank, keine Gewichtsabnahme.

58., 59. M. I, 200 g, 3 ccm 3 täg. Bouillon C, die nachher steril. durch 5 Tage in der Kälte unter Toluol gestanden.

M. II, 180 g, 3 ccm 3 täg. Bouillon L, die nachher noch eine Woche unter Toluol in der Kälte gestanden.

M. I reagiert mit starkem, M. II mit geringem Infiltrat.

60. 61. M. I, 175 g, 3 ccm einer durch 2 Tage gewachsenen, dann mit Toluol sterilisierten u. 5 Tage steril im Brutschranke gestandenen, mitunter umgeschüttelter Bouillonkultur C.

M. II, 205 g, 3 ccm in gleicher Weise behandelter Bouillon L.

M. I. Nach 15 h mäſsiges, schmerzhaftes Ödem. Ist nach 40 h tot. Subkutan gelatinöses Ödem, beide Nebennieren tiefdunkel.

M. II. Nach 15 h enormes Infiltrat. Nach 4 Tagen munter, Infiltrat immer noch sehr groſs. Stirbt unter Abmagerung nach 9 Tagen. Enorme, speckige Infiltration der Bauchdecken. Im Ausstrich die auf 1 cm verdeckt sind, Fibrinnetze von zerstreuten Makrophagen und polynukl. Leukozyten, keinerlei Bazillen. Kein sonstiger Befund.

62. 63. M. I, 195 g, bekommt abends 1,1 ccm schwachen Extraktes C in Meerschweinchenserum, subkut. Achselgegend, am nächsten Tage mäſsiges Infiltrat. Am übernächsten Morgen enormes Infiltrat.

M. II, 190 g, bekommt dasselbe + 0,05 Diphtherieantitoxin = 8 AE. Früh kein Befund, am übernächsten Morgen nichts.

64. 65. M. I, 190 g Wasserextrakt aus 1 Löfflerkultur subkut. Verlauf: Nach 24 h Infiltrat.

M. II, 165 g Wasserextrakt aus 1 Löfflerkultur + 2 AE subkut. Verlauf: Nach 24 h normal.

M. 50, 51, 54, 55, 58, 59, 62, 64 gehen nach längerer Zeit marantisch zugrunde.

Resultate der Arbeit und Theorie der Diphtherieinfektion.

Der Diphtheriebazillus ist kein Parasit des Tierkörpers, er bildet kein Aggressin. Seine Wirkung beruht lediglich auf der Fähigkeit des Giftes, lokale und allgemeine Erscheinungen zu bedingen. Dort, wo das Gift erst aus den Bazillen durch die tierischen Säfte erschlossen wird, ist seine Diffusion eine langsamere, und es treten die Lokalerscheinungen in den Vordergrund. Kommt, wie beim Menschen, noch eine besondere lokale Gewebsdisposition hinzu, dann entstehen fibrinöse Exsudationen, welche schwere Erscheinungen mechanischer Art bedingen können. In den Pseudomembranen kann dann eine saprophytische Wucherung der Bazillen stattfinden, die aber wieder nur durch das Eintreten eines Plus an Gift einige Bedeutung erlangen kann. Doch ist hervorzuheben, dafs die Hauptwirkung dem Toxin zukommt, dafs auch das Fortschreiten des lokalen Prozesses in der Fläche und in der Tiefe auf das Toxin zu beziehen ist. Das flächenförmige Fortschreiten beruht auf der Imbibition mit Gift; es geht der Bazillenvermehrung voraus. Inbezug auf die Tiefenwirkung ist es klar, dafs nur das Toxin die Ursache sein kann; denn nur die äufsere Schicht der Pseudomembranen enthält die Bazillen, dann folgt eine breite fibrinöse Schicht ohne Bazillen, die aber andere Mikrobien enthalten kann. Die durch diese Schicht von der Bazillenlage getrennte Schleimhaut ist durch die Giftwirkung noch entzündet, aber stets bazillenfrei.

Eine wesentliche Rolle spielen die polymorphkernigen Leukozyten. Sie sind in der bazillenführenden Schicht der Pseudomembran reichlich vertreten, finden sich ebenso

reichlich bei subkutaner und intraperitonealer Bakterieninjektion. Sie hemmen offenbar mit das Wachstum der Bazillen und verzögern die Resorption des Giftes, wenn sie dieselbe schliefslich oft nicht verhindern können und selbst vernichtet werden. Während das reine Toxin eine negativ chemotaktische Wirkung ausübt, was zusammen mit der leichteren Diffusionsfähigkeit den Eintritt der Allgemeinintoxikation beschleunigt und die lokalen Erscheinungen nicht voll auftreten läfst, kommt eine negative Chemotaxis den gifthaltigen Bazillen nicht zu. Die Leukozyten haben aber auch nicht die Gift neutralisierende Wirkung, welche Leukozyten in vitro auf das Diphtherietoxin ausüben, mit dem sie vor der Injektion zusammengebracht werden.

Das Toxin ist kein Sekretionsprodukt, es ist vielmehr ein Bestandteil des Bazillenleibes, aus dem man es durch Autolyse und durch Zertrümmerung gewinnen kann, wenn auch nicht in so reiner Form, wie durch Filtration alter Kulturen. Das beste Extraktionsmedium ist leicht alkalisches Wasser, weniger gut extrahieren Serum von Mensch, Rind, Meerschweinchen. Das gewonnene Gift ist nach seinen physiologischen Erscheinungen mit dem Filtrattoxin identisch; durch Antitoxin wird es ebenso neutralisiert wie jenes.

Das Diphtheriegift pafst nicht in den Rahmen der Endotoxintheorie, es bildet einen Übergang zwischen echten Toxinen und Endotoxinen und keineswegs ein Paradigma für erstere. Denn es hat mit den Toxinen die Labilität und die Erregung von Antitoxin gemeinsam, während es als integrierender Bestandteil des Bakterienleibes auf den Namen »Endotoxin« berechtigten Anspruch erheben kann. Es ist sonach die strenge Scheidung von Toxin und Endotoxin nicht durchführbar, wenn man letztere als Leibesbestandteile der Bakterien den Toxinen entgegenstellt.

Dafs man von antibazillären Immunseris grofse Erfolge zu erwarten hätte, ist nach diesen Versuchen theoretisch nicht

sehr wahrscheinlich, immer wird wohl bei Bekämpfung eines giftigen Saprophyten die Giftneutralisation die Hauptsache bleiben und die Auflösung der Leiber durch bakteriolytische Sera ihre Bedenken haben.

Literatur.

Bail O., Untersuchungen über Typhus- und Choleraimmunität. Arch. f. Hyg., Bd. I und II.

Bail O. u. Weil E., Unterschiede zwischen aggressiven Exsudaten und Bakterienextrakten. Zentralbl. f. Bakt., 1906, Heft 3. I. Orig.-Bd. XLI.

Bail O. u. Weil E., Bakterienaggressivität und Bakterienextrakte. Ibid. 1906, Heft 1, Bd. XLII.

Bandi Ivo, Über die Bereitung eines antibakteriellen Diphtherieserums. Zentralbl. f. Bakt., 1903.

Bandi u. Gagnoni, ibid., 1906, Bd. XLI, Heft 3. I. Orig.

Beck, Diphtherie im Handbuch von Kolle-Wassermann.

Behring, E. v., Diphtherie, Bd. II der Bibliothek von Coler.

Citron J., Über natürliche und künstliche Aggressine. Zentralbl. f. Bakt., I Orig.-Bd. XLI, H. 2, 1906.

Frosch, Die Verbreitung des Diphtheriebazillus im Körper des Menschen. Zeitschr. f. Hyg., Heft 1, Bd. III, S. 49.

Gruber in Mitteilungen der mikrobiologisch. Gesellschaft. Zentralbl. f. Bakt., 1906, I. Orig. Beiheft.

Hueppe u. Kikuchi, Über eine neue sichere und gefahrlose Immunisierung gegen die Pest. Zentralbl. f. Bakt., 1905, Bd. 39.

Kossel H., Zur Kenntnis des Diphtheriegiftes. Zentralbl. f. Bakt., 1896, Bd. XIX, Nr. 25.

Löffler, F., Untersuchungen über die Bedeutung der Mikroorganismen für die Entstehung der Diphtherie. Mitteil. a. d. Kais. Gesundheitsamte. Bd. II.

Murillo, Über die Diphtherietoxinkurve. Zentralbl. f. Bakt., 1904, I. Orig. S. 209 ff.

Nowak J., Blutbefunde bei an Diphtherie verstorbenen Kindern. Zentralbl. f. Bakt., 19. Bd., S. 982.

Rist E., La toxicité de corps de bac. diph. Compt. rend. de la soc. de biol., 1903, S. 978.

Roux E. u. Yersin A., Contribution à l'étude de la diphthérie. Annales Pasteur, 1388, p. 629 ff., 1889, p. 273 ff.

Salus, G., Die bakter. Diagnose der Diphtherie. Prager med. Wochenschr., 1902, Nr. 15.

—, Das Aggressin des Kolibazillus. Wiener klin. Wochenschr, 1905, Nr. 25.

—, Neue biologische Beziehungen zwischen Koli- und Typhusbakterien etc. Arch. f. Hyg., Bd. LV.

—, Zur Kenntnis der Diphtherie. Münch. med. Wochenschr., 1906, Nr. 30.

Wassermann u. Citron, Zur Frage der Bildung von bakteriellen Angriffsstoffen im lebenden Organismus. Deutsche med. Wochenschrift, 1905, Nr. 28.

Wassermann im Berichte der mikrobiol. Gesellschaft. Zentralbl. f. Bakt., 1906, Beiheft.

Weil E., Untersuchungen über Infektion und Immunität bei Hühnercholera. Arch. f. Hyg., Bd. LII.

—, Die schützenden Eigenschaften des Blutes von aggress. Hühnercholera. Arch. f. Hyg., Bd. LIV.

Wolff A., Untersuchungen über einige Immunitätsfragen. Berliner klin. Wochenschr., 1904, Nr. 42—44.

—, Beiträge zur Immunitätslehre. Zentralbl. f. Bakt, I. Orig. Bd. 37, Heft 3.

Wright, Proceeding of Royal Society, 1904.

Nachtrag: Bandi Ivo, R. acad. dei fisiocratici. 26 maggio 1906 in gazzetta degli ospedalie delle cliniche, 1906, Nr. 84, S. 887.